

Efficienza Energetica: impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici

Guida Schneider Electric all'utilizzo della norma UNI EN15232: 2012

2016



Schneider Electric è lo specialista globale nella gestione dell'energia e dell'automazione. Con un fatturato di 27 miliardi di Euro nel 2015, i nostri 160.000 dipendenti servono clienti in oltre cento Paesi, aiutandoli a gestire la loro energia e i loro processi in modo sicuro, affidabile, efficiente e sostenibile. Dal più semplice interruttore al più complesso sistema di gestione, la nostra tecnologia, i nostri software e servizi migliorano il modo in cui i clienti gestiscono ed automatizzano le proprie attività. Le nostre tecnologie connesse stanno ridisegnando le industrie, trasformando le città ed arricchendo le nostre vite. In Schneider Electric, tutto questo lo chiamiamo "Life is On".

In Italia Schneider Electric è presente con circa 3.000 effettivi, tra commercio e produzione, e conta su otto aree commerciali, cinque siti industriali d'avanguardia, un Centro Logistico integrato a Venaria (TO) e un centro assistenza clienti unico.

Con il più ampio portafoglio di prodotti, soluzioni e servizi per la gestione dell'energia, Schneider Electric rende l'energia più sicura con la sua offerta per la protezione di persone e impianti nella distribuzione elettrica e nel controllo industriale, più affidabile grazie alle soluzioni ad alta disponibilità per applicazioni critiche e i data center, più efficiente con i sistemi e servizi per l'efficienza energetica, più produttiva grazie ad un'ampia gamma di sistemi di automazione per l'industria, gli edifici del terziario e il residenziale e infine più connessa grazie alla propria offerta di soluzioni integrate per la gestione dell'energia.

La presente guida all'utilizzo della norma UNI EN15232:2012, è scaricabile in formato "pdf" dal sito internet:

www.schneider-electric.it

nella sezione " **Soluzioni - Efficienza Energetica** ".

Corsi per una gestione dell'energia consapevole.

Esperti in materia, appartenenti a tutte le aree aziendali di Schneider Electric, hanno contribuito allo sviluppo e creazione dei corsi Energy University. I corsi sono studiati in modo da fornire a tutti coloro che sono coinvolti nei processi di decisione, gestione, pianificazione, progettazione e realizzazione di attività che abbiano un impatto dal punto di vista energetico, le competenze necessarie per affrontare le problematiche di efficienza e implementare soluzioni sicure, affidabili e convenienti.

Esiste, infatti, un'opportunità significativa per conseguire risparmi energetici sostenibili, che attualmente non è presa in considerazione dalle aziende e dai consumatori: attraverso Energy University, è consentito a chiunque di comprendere meglio tali opportunità ed agire di conseguenza, per poter fare di più con meno. L'obiettivo di Energy University è quello di semplificare l'approccio e aumentare la consapevolezza intorno a questi temi, permettendo a utenti di tutto il mondo di accedere con semplicità a contenuti formativi pratici su tutti gli aspetti legati alla gestione dell'energia.

Fornendo agli utenti informazioni e competenze imparziali su vari argomenti, li si aiuta ad implementare soluzioni sostenibili per l'efficienza energetica con un effetto positivo per l'ambiente e per loro stessi.

I corsi Energy University hanno contenuti indipendenti dai prodotti e sono focalizzati sui concetti e sulle best practice fondamentali necessarie a conseguire un'elevata capacità di gestione dell'energia.

Ogni corso può essere completato, mediamente, in meno di un'ora; grazie alla semplicità della struttura della piattaforma online il processo di apprendimento è comodo e accessibile da qualsiasi piattaforma collegata ad Internet.

I corsi, che l'utente può seguire con i tempi che preferisce, si concludono con un breve questionario per valutare il livello di apprendimento e prepararsi all'esame di certificazione. La certificazione è volta a verificare che l'utente abbia acquisito una comprensione completa della materia della gestione energetica e sia in grado di gestire in modo indipendente le situazioni legate alla conoscenza, alla risoluzione dei problemi ed alla progettazione di soluzioni in ambito energetico.

In forma assolutamente gratuita, iscrivendovi avrete accesso ad oltre 200 **corsi di e-learning**, da seguire comodamente e in qualsiasi momento dal vostro PC.

Oltre 350.000 utenti in tutto il mondo si sono già registrati e beneficiano dei nuovi corsi, che vengono costantemente aggiunti ai percorsi formativi.

www.myenergyuniversity.com

TOOL WEB per la classificazione secondo la norma UNI EN15232:2012

Schneider Electric ha sviluppato un tool web-based per la classificazione secondo la norma UNI EN15232:2012.

Con il tool è possibile effettuare, per le differenti categorie di edifici, la valutazione del grado di efficienza dei sistemi di automazione installati e selezionare le funzionalità che si vogliono implementare.

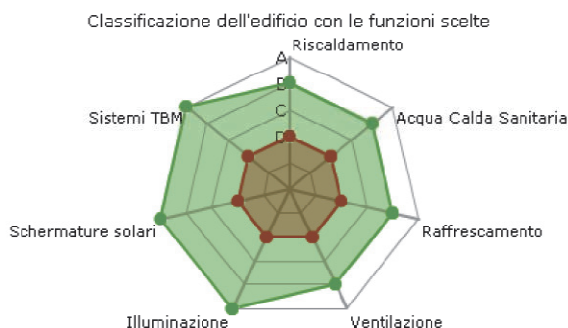


Figura 1 – Tool Web 15232: scelta della tipologia di edificio

L'output del tool è un report riportante, per ogni impianto, l'attuale e la futura classe di efficienza che si raggiungerà grazie alle funzionalità selezionate ed il conseguente risparmio energetico.



Implementando le funzioni scelte, la classe di efficienza energetica secondo la norma UNI EN 15232 è "B"



Grazie alle implementazioni scelte il risparmio sarà del 20% per l'energia termica e del 14% per l'energia elettrica.

Secondo le ipotesi di validità e le condizioni limite dei fattori BAC così come definito dalla norma EN15232

Figura 2 – Tool Web: esempio di report

Sommario

1	Scopi e finalità	6
1.1	La norma UNI EN 15232: cenni sul contesto normativo	8
1.2	Schemi di riferimento utili	11
2	La classificazione della norma EN15232	13
3	Tabelle tecnologiche riepilogative per il raggiungimento delle classi EN15232..	14
3.1	Considerazioni sulle funzioni BACS e TBM da implementare	21
4	Introduzione alle due metodologie di calcolo	22
4.1	Metodo dettagliato	23
4.2	Metodo dei fattori BACS	25
5	Approfondimento sul metodo dei fattori BACS	28
5.1	Tabelle dei coefficienti di risparmio	30
5.2	Ipotesi di validità e condizioni limite dei fattori BACS	34
5.2.1	Profili di utilizzo e condizioni limite per un edificio di tipo “uffici”	35
5.2.2	Profili di utilizzo e condizioni limite per altri edifici di tipo “non residenziale”	38
5.2.3	Profili di utilizzo e condizioni limite per impianto acqua calda sanitaria	44
5.3	Sistemi di Gestione dell'Energia e BACS	45
5.4	Mantenimento dell'efficienza energetica dei BACS	45
6	Schede tecniche delle funzioni di controllo	46
6.1	Simbologia e codici	48
6.2	Riscaldamento	54
6.2.1	Controllo di emissione	55
6.2.2	Controllo di emissione per solai termo attivi	61
6.2.3	Controllo temperatura acqua nella rete distribuzione	67
6.2.4	Controllo delle pompe di distribuzione	71
6.2.5	Controllo intermittente dell'emissione e/o distribuzione	75
6.2.6	Controllo dei generatori a combustione o del teleriscaldamento	81
6.2.7	Controllo del generatore per pompe di calore	85
6.2.8	Controllo sequenziale di differenti generatori	89
6.3	Controllo Acqua Calda Sanitaria	95
6.3.1	Controllo della temperatura nel serbatoio con integrazione di differenti generatori	95
6.3.2	Controllo della temperatura nel serbatoio usando generatori di calore	99
6.3.3	Controllo della temperatura nel serbatoio con variazioni stagionali: con generatore di calore o con riscaldamento elettrico integrato	105
6.3.4	Controllo della temperatura nel serbatoio con collettori solari e generazione di calore	111
6.3.5	Controllo della pompa di circolazione dell'acqua calda sanitaria	117

6.4	Raffrescamento	121
6.5	Ventilazione e condizionamento	125
6.5.1	Controllo mandata aria in ambiente	127
6.5.2	Controllo mandata aria nell'unità trattamento aria	133
6.5.3	Controllo sbrinamento del recuperatore di calore	137
6.5.4	Controllo surriscaldamento recuperatore di calore	139
6.5.5	Raffrescamento meccanico gratuito	141
6.5.6	Controllo della temperatura di mandata	147
6.5.7	Controllo Umidità	153
6.6	Illuminazione	158
6.6.1	Controllo Presenza	158
6.6.2	Controllo luce diurna	162
6.7	Schermature solari	164
6.8	Gestione tecnica dell'edificio (TBM)	168
6.8.1	Rilevamento guasti, diagnostica e fornitura del supporto tecnico	168
6.8.2	Rapporto consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento	170
7	Descrizione sintetica dei protocolli, delle tecnologie e degli standard	173
7.1	Sistema di automazione edifici e protocolli di comunicazione	173
7.2	Protocolli di comunicazione standard	175
7.2.1	KNX	176
7.2.2	LonWorks	177
7.2.3	BACnet	177
7.2.4	Modbus	177
7.2.5	ZigBee	177
7.2.6	EnOcean	178
8	Simulazione di calcolo del Politecnico di Milano	179
9	Terminologia e definizioni	190
9.1	Nota su BACS / HBES	193
10	APPENDICE – Descrizione dei protocolli, delle tecnologie e degli standard	195
10.1	KNX	195
10.2	LonWorks	198
10.3	BACnet	201
10.4	Modbus	204
10.5	ZigBee	205
10.6	EnOcean	208
11	Indice delle figure	210
12	Indice delle tabelle	211
13	Riferimenti bibliografici	212

1 Scopi e finalità

Il 40% circa del consumo energetico europeo è imputabile agli immobili. Per questo motivo l'Unione Europea ha emanato nel 2002 la direttiva 2002/91/EC per l'efficienza energetica degli edifici (meglio conosciuta come "EPBD" - Energy Performance of Buildings Directive), che è stata aggiornata nel 2010 con la direttiva 2010/31/UE. In questo contesto il Comitato Europeo di Normazione (CEN) è stato incaricato di elaborare precise norme di calcolo: nel luglio 2007 è nata così la norma EN15232 (aggiornata a febbraio 2012 con la versione EN15232:2012) «Prestazione energetica degli edifici – Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici», che permette di valutare concretamente l'effetto dell'automazione e della gestione tecnica sui consumi energetici degli immobili.

I recenti provvedimenti stanno spingendo molto sull'introduzione dei sistemi di automazione negli edifici, sia per le nuove realizzazioni che per le ristrutturazioni importanti. Nell'ottica di minimizzare i consumi energetici è fondamentale dotare l'edificio di intelligenza propria, in grado di automatizzare il controllo delle utenze e di far dialogare tra loro i diversi sistemi energetici in esso presenti: i sistemi di gestione e controllo dell'energia consentono di fare tutto questo, diventando dunque un requisito imprescindibile.

Con l'emanazione del D.M. 26/06/2015 – "Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici", funzionale alla piena attuazione della direttiva 2010/31/UE, la realizzazione degli impianti secondo lo standard UNI EN 15232 diventa un obbligo.

In particolare, per *gli edifici di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazione importante di primo livello*¹, ad uso *non residenziale*, è previsto un livello minimo di automazione corrispondente alla classe B definita all'interno della norma UNI EN 15232. Tale prescrizione è in vigore dal 1° ottobre 2015.

Inoltre, per accelerare la diffusione di sistemi di Building Automation, sono disponibili a livello nazionale una serie di meccanismi incentivanti, di seguito elencati:

- Nuovo Conto Termico: il D.M. 16/02/2016, che aggiorna il "Conto Termico", entrato in vigore il 31/05/2016, prevede, tra i vari, incentivi a beneficio delle *amministrazioni pubbliche*, per l'installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico degli impianti termici ed elettrici degli edifici, ivi compresa l'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore. L'incentivo è riconosciuto solo alle tecnologie che consentono di raggiungere almeno la classe B della norma UNI EN 15232. Tale incentivo è rivolto ai soli edifici esistenti, di qualsiasi categoria catastale e può essere erogato con varie modalità.
- Estensione della detrazione fiscale 65% "EcoBonus": Tale detrazione è applicata all'Irpef (Imposta sul reddito delle persone fisiche) o all'Ires (Imposta sul reddito delle società) ed è concessa quando si eseguono interventi che aumentano il livello di efficienza energetica degli edifici esistenti. La legge di stabilità 2016 (legge n. 208 del 28/12/2015) ha introdotto la possibilità di accedere alla detrazione fiscale del 65% delle spese sostenute entro il 31 dicembre 2016 per l'acquisto, l'installazione e la posa in opera di dispositivi multimediali per il controllo da remoto degli impianti di riscaldamento o di climatizzazione o per la produzione di

¹ Si tratta di interventi che, oltre ad interessare l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, prevedono anche la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva a servizio dello stesso.

acqua calda sanitaria a servizio *delle unità abitative*. La legge di stabilità 2016 ha inoltre esteso l'incentivo agli istituti autonomi per le case popolari,

- Certificati Bianchi (o Titoli di Efficienza Energetica): *in accordo con la scheda n. 38E "Installazione di sistemi di automazione e controllo del riscaldamento negli edifici residenziali (Building Automation and Control System, BACS) secondo la norma UNI EN 15232" gli edifici ad uso residenziale possono beneficiare degli incentivi previsti dal meccanismo dei certificati bianchi*, come alternativa alla detrazione fiscale del 65%.

La scheda n. 38/E consente di quantificare agevolmente il risparmio energetico e, conseguentemente, i titoli di efficienza energetica corrispondenti. I titoli di efficienza energetica vengono con essa riconosciuti raggiungendo almeno la classe B della normativa.

Per tutte le tipologie di edificio è inoltre possibile presentare richiesta di accesso ai certificati bianchi tramite il metodo a consuntivo.

Schneider Electric, in linea con la propria politica "Life Is On™" ed in qualità di uno dei principali attori in questo settore, ha realizzato questa guida con l'obiettivo di avvicinare e facilitare la comprensione e la diffusione dei sistemi building automation e domotica.

Questa guida è rivolta a tutti i soggetti coinvolti nelle fasi di progettazione, gestione e valutazione delle performance degli edifici, quali: progettisti, architetti, ingegneri, proprietari di edifici, autorità pubbliche.

Grazie a questa guida sarà possibile approfondire le tecnologie di automazione utili all'ottenimento di una maggiore efficienza energetica negli edifici, consentendo di risparmiare sui costi di gestione degli stessi, di preservare le risorse energetiche esistenti, e di abbassare le emissioni di CO₂.

La guida in oggetto si riferisce quindi alla normativa EN15232:2012, di cui fornisce:

- una lista strutturata delle funzioni di automazione e controllo (BAC) e gestione tecnica degli edifici (TBM) che hanno incidenza sulla prestazione energetica degli stessi e relativa classificazione (A, B, C, D);
- requisiti minimi funzionali per ogni classe;
- metodo analitico e semplificato per ottenere una prima stima dell'impatto di queste funzioni su edifici rappresentativi;
- una serie di schemi di principio impiantistici volti a rappresentare in modo semplice, e con terminologia tecnica esemplificativa, le funzionalità di automazione alla base delle classificazione secondo la norma stessa. Per ogni schema di principio sono esemplificati i principi di funzionamento e i relativi benefici energetici derivanti dall'applicazione della soluzione identificata.

Quest'ultimo punto è il risultato di una elaborazione tecnica rispetto alla Guida CEI 205-18 per quanto riguarda le soluzioni individuate dalla versione 2007 della norma EN15232.

- una breve nota per guidare il lettore nella scelta dei diversi protocolli di comunicazione standard oggi disponibili sul mercato.

In calce alla guida è inoltre riportato un esercizio teorico / pratico svolto con la gentile collaborazione del Politecnico di Milano, dove sono riportati esempi di calcolo e di validazione di quanto descritto in questo documento.

1.1 La norma UNI EN 15232: cenni sul contesto normativo

Qui di seguito sono riportati alcuni dei punti chiave contenuti nel capitolo introduttivo della EN 15232, citandoli in versione originale (inglese) e/o traducendoli liberamente e sinteticamente in italiano.

Nella parte introduttiva della norma sono fissati i principi base e le finalità della normativa con particolare riferimento a tre aspetti:

1. Il primo è riferito all'impatto dei sistemi BAC e TBM sulle prestazioni energetiche degli edifici. Infatti si evince già nell'introduzione che la normativa non si riferisce semplicemente a delle prescrizioni su come realizzare gli impianti di automazione edifici, ma fornisce un metodo per la stima dell'impatto dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici:

"This European Standard specifies a method to estimate energy saving factors which can be used in conjunction with energy assessment of buildings."

"Questa Norma europea è stata ideata per stabilire convenzioni e metodi per la stima dell'impatto di automazione degli edifici e sistemi di controllo (Building Automation and Control Systems, BACS) e della gestione tecnica degli edifici (Technical Building Management, TBM) sulle prestazioni energetiche e l'uso dell'energia negli edifici"

e ancora:

"This European Standard supplements a series of standards which are drafted to calculate the energy efficiency of technical building services e.g. heating, cooling, ventilation, lighting systems. This European Standard takes into account the fact that with BAC and BM the energy consumption of a building can be reduced."

"La presente Norma europea specifica un metodo per la stima dei fattori di risparmio energetico che può essere utilizzato in combinazione con la valutazione energetica degli edifici.... [omissis]... Questa Norma europea considera il fatto che con BAC e BM il consumo energetico di un edificio può essere ridotto"

2. Un secondo aspetto, estremamente significativo, si riferisce alle interrelazioni tra questa norma e le altre norme (e quindi i gruppi di lavoro ad esse preposti) che contribuiscono a determinare il fabbisogno energetico dell'edificio:

"This European Standard also provides guidance for taking BAC and TBM functions as far as possible into account in the relevant standards prepared under the mandate M/343. Therefore it is coordinated between CEN/TC 247 and CEN/TC 89, CEN/TC 156, CEN/TC 169 and CEN/TC 228 to support these TCs by strong cooperation in specifying how the impacts of the BAC and TBM functions are taken into account in their standards. The results about BACS and TBM in the relevant standards are summarized in Clause 5."

"Questa Norma europea costituisce anche una guida per favorire che le funzioni BAC e TBM siano considerate nella maggior misura possibile nelle norme preparate nell'ambito del mandato M/343. Si armonizza, quindi, con CEN/TC 247, CEN/TC 89, CEN/TC 156, CEN/TC 169 e CEN/TC 228 in modo da supportare questi TC, cooperando nel definire come l'impatto delle funzioni BAC e TBM sono considerate nelle rispettive norme. I risultati relativi a BACS e TBM nelle norme pertinenti sono riassunti nella Sezione 5".

Nel paragrafo denominato “Ambito” della EN15232, oltre a ribadire alcuni concetti già espressi nell’Introduzione, sono indicati i soggetti cui è destinata la norma. In particolare giova sottolineare che la responsabilità è posta in capo a diversi soggetti:

- a) le figure che definiscono le funzioni da implementare e ne valutano l’impatto sulle prestazioni energetiche (seppure lasciando aperto l’interrogativo sulle modalità per valutare tale impatto in assenza di una legislazione nazionale specifica):
 - *“building owners, architects or engineers, defining the functions to be implemented for a given new building or for the renovation of an existing building”*
 - ... [omissis]
 - *“designers, checking that the impact of all BAC and TBM functions are taken into account when assessing the energy performance of a building”*
 - “proprietari di edifici, architetti o ingegneri, definendo le funzioni da implementare per un nuovo edificio o per la ristrutturazione di un edificio esistente;”
 - ... [omissis]
 - “i progettisti, verificando che l’impatto di tutte le funzioni BAC e TBM siano prese in considerazione quando si calcolano le prestazioni energetiche di un edificio.”
- b) Le autorità pubbliche, investite del compito di definire i requisiti dei sistemi e i metodi di calcolo dell’impatto sulle prestazioni energetiche degli edifici, oltre che del controllo ispettivo.
 - *“public authorities, defining minimum requirements for BAC and TBM functions for new buildings as well as for renovation as defined in the relevant standard;”*
 - *“public authorities, defining inspection procedures of technical systems as well as inspectors applying these procedures to check if the level of BAC and TBM functions implemented is appropriate;”*
 - *“public authorities, defining calculation methods which take into account the impact of BAC and TBM functions on the energy performance of buildings as well as software developers implementing these calculation methods and designers using them;”*
 - “le autorità pubbliche, definendo i requisiti minimi per le funzioni BAC e TBM per i nuovi edifici e per le ristrutturazioni, come definiti nella norma pertinente;”
 - “le autorità pubbliche, definendo le procedure di ispezione dei sistemi tecnici”
 - “le autorità pubbliche, definendo i metodi di calcolo che prendono in considerazione l’impatto delle funzioni BAC e TBM sulle prestazioni energetiche degli edifici.”

La definizione di metodi di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici che tengano conto delle funzioni BAC e TBM si presenta piuttosto ardua. Infatti, il calcolo delle prestazioni energetiche condotto sulla base delle norme della famiglia UNI/TS 11300, allo stato attuale considera solo parzialmente aspetti quali la riduzione dei tempi di funzionamento o l’attenuazione degli impianti, non tenendo conto in maniera esaustiva di quanto indicato all’interno della UNI EN15232:2012.

Il documento “Incidenza dell’automazione, della regolazione e della gestione tecnica nella certificazione energetica degli edifici” – Marzo 2015, commissionato da ANIE in

collaborazione col Politecnico di Milano, descrive chiaramente come il livello prestazionale del sistema di automazione presente nell'edificio sia in grado di influenzare la prestazione energetica globale dell'edificio stesso.

Il documento propone dei criteri di revisione della procedura di certificazione nazionale, intervenendo su una serie di elementi (tasso di ricambio d'aria per ventilazione meccanica, ore di funzionamento, fattori di occupazione...) in relazione al livello prestazionale del sistema di automazione presente nell'edificio. In questo modo si ottiene una "notevole variazione della prestazione energetica globale dell'edificio, evidenziando correttamente il miglioramento dovuto ai BACS. Tale miglioramento, secondo la nuova procedura di calcolo proposta, è compreso tra il 4% ed il 40% per quanto riguarda il riscaldamento, mentre assume valori compresi tra il 7% ed il 46% per gli ausiliari del riscaldamento e della ventilazione meccanica."

"Tale miglioramento prestazionale può essere valutato in termini tecnico-economici... confrontando ... i BACS con altre tipologie di interventi di efficienza energetica del sistema edificio-impianto ed evidenziandone la competitività in termini di mercato."

E' importante segnalare che è in inchiesta pubblica la norma relativa alla "Procedura di asseverazione per i sistemi di automazione e regolazione degli edifici, in conformità alla UNI EN 15232". La norma definisce la procedura di asseverazione per i sistemi di automazione e regolazione degli edifici (BACS) definiti nella UNI EN 15232. L'asseverazione consente di verificare la conformità del sistema BACS ad una delle classi di efficienza (A, B, C o D) per edifici residenziali e non residenziali.

Parallelamente è stata avviata la definizione della norma di qualificazione operatori BACS che definisce i requisiti delle figure professionali che eseguono le attività reative ai sistemi BACS.

1.2 Schemi di riferimento utili

In questo paragrafo sono riportate due schemi, riguardanti gli edifici ed i relativi sistemi tecnici, ritenuti utili riferimenti per la comprensione dei concetti espressi nei seguenti capitoli.

In particolare Figura 3 mostra le interrelazioni fra i flussi di energia in un edificio. La fila in basso indica i dati in ingresso, incluse le caratteristiche dell'edificio, il suo utilizzo, e i parametri climatici.

Per maggiori dettagli si rimanda alla norma UNI CEN TR 15615.

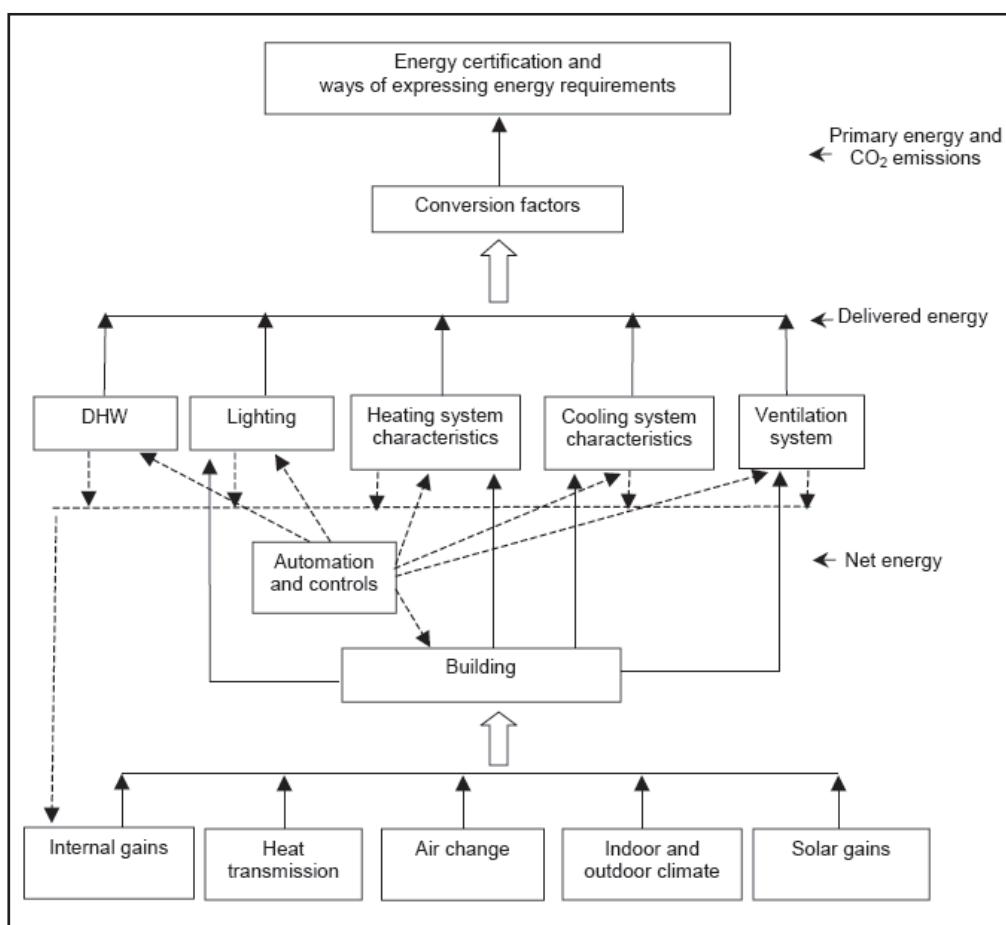


Figura 3 – Interrelazioni fra i flussi di energia in un edificio

In Figura 4 invece è mostrato il modello di richiesta/apporto di energia per un edificio, sul quale si basano le funzioni di automazione e controllo della EN15232 riportate in Tabella 1 del capitolo 3.

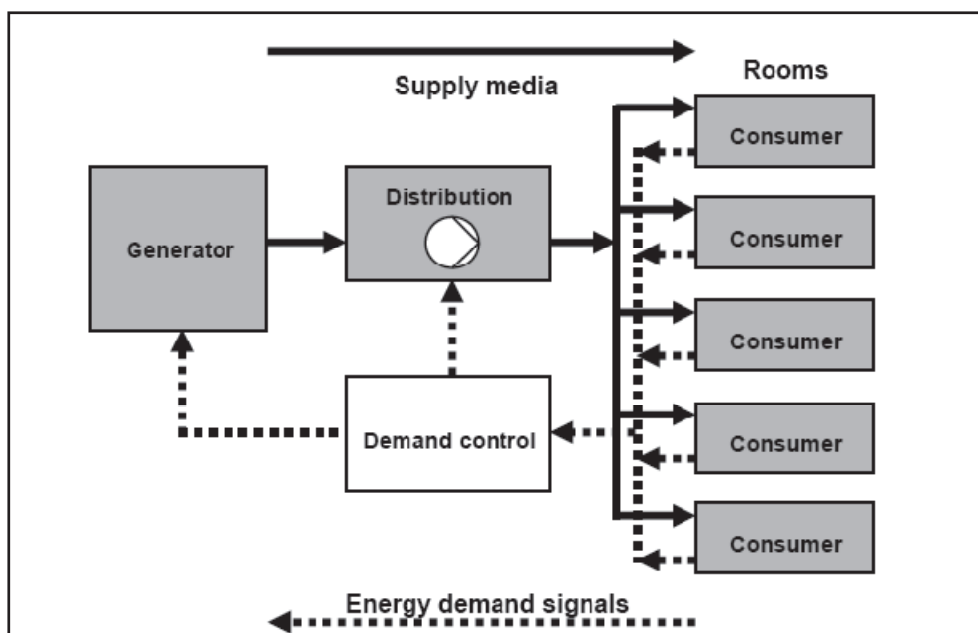


Figura 4 – Modello richiesta/apporto di energia

In questo modello le stanze rappresentano le fonti della richiesta di energia. Opportuni impianti HVAC devono garantire condizioni di comfort nelle stanze per quanto riguarda temperatura, umidità, qualità dell'aria e luce come richiesto. Il mezzo di alimentazione è fornito al consumatore in base all'energia richiesta, mantenendo le perdite di distribuzione e generazione al minimo. Le funzioni di efficienza energetica sono gestite a partire dalla stanza, passando per la distribuzione fino alla generazione.

2 La classificazione della norma EN15232

La norma EN15232 definisce quattro diverse classi “BACS” di efficienza energetica per classificare i sistemi di automazione degli edifici, sia in ambito residenziale che non residenziale. Queste quattro classi, da D ad A, non hanno corrispondenza diretta con le sette classi di efficienza energetica dell’edificio (A B C D E F G), definite dalla EN 15217, espresse in kWh / m² anno o kWh / m³ anno, bensì rappresentano sistemi di automazione con efficienza energetica crescente:

- Classe D “NON ENERGY EFFICIENT”: comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione e controllo, non efficienti dal punto di vista energetico;
- Classe C “STANDARD” (riferimento): corrisponde agli impianti dotati di sistemi di automazione e controllo degli edifici (BACS) “tradizionali”, eventualmente dotati di BUS di comunicazione, comunque a livelli prestazionali minimi rispetto alle loro reali potenzialità.
- Classe B “ADVANCED”: comprende gli impianti dotati di un sistema di automazione e controllo (BACS) avanzato e dotati anche di alcune funzioni di gestione degli impianti tecnici di edificio (TBM) specifiche per una gestione centralizzata e coordinata dei singoli impianti. “I dispositivi di controllo delle stanze devono essere in grado di comunicare con il sistema di automazione dell’edificio”.
- Classe A “HIGH ENERGY PERFORMANCE”: corrisponde a sistemi BAC e TBM “ad alte prestazioni energetiche” cioè con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all’impianto. “I dispositivi di controllo delle stanze devono essere in grado di gestire impianti HVAC tenendo conto di diversi fattori (ad esempio, valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell’occupazione, sulla qualità dell’aria ecc.) ed includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC e vari servizi dell’edificio (ad esempio, elettricità, illuminazione, schermatura solare ecc.)”.

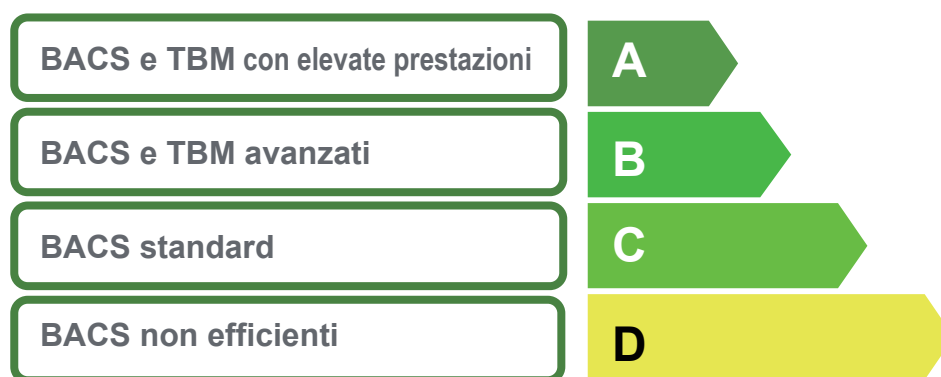


Figura 5 - Le classi di efficienza energetica identificate dalla EN15232

La classe C è considerata dall'ente normatore la classe di riferimento perché considerata lo standard tecnologico di partenza. Tuttavia occorre notare che per gli edifici esistenti, nei quali tipicamente non tutte le funzioni di automazione tradizionale sono implementate, il livello medio del parco tecnologico installato è per la maggior parte corrispondente alla classe D.

3 Tabelle tecnologiche riepilogative per il raggiungimento delle classi EN15232

Le funzioni BACS e TBM più comuni che caratterizzano ogni classe di efficienza energetica degli edifici sono state riassunte in Tabella 1. La tabella distingue tra “Edifici Non-Residenziali” ed “Edifici Residenziali”, e identifica, relativamente ad ogni funzione di automazione, i livelli minimi prestazionali (identificati con un numero che va da 0 a valori maggiori secondo prestazioni energetiche crescenti) che devono essere garantiti per ogni classe di efficienza energetica.

Le funzioni di Tabella 1 sono raggruppate per tipologia applicativa:

- Riscaldamento
- Acqua calda sanitaria
- Raffrescamento
- Ventilazione e Condizionamento
- Illuminazione
- Schermature solari
- sistemi TBM.

Si noti come l'elenco delle funzioni di controllo proceda, per ogni tipologia, dall'esame dell'emissione in ambiente/zona (elementi terminali), all'esame della rete di distribuzione per giungere all'analisi della generazione. Questo criterio ricalca la normale sequenza delle fasi di progettazione degli impianti tecnici di edificio.

Talvolta la Tabella 1 lascia libera la scelta tra 2 o più opzioni: ciò significa che per soddisfare una certa classe possono essere indifferentemente realizzate le funzioni a requisiti minimi richiesti (quelle corrispondenti alla cella grigia più in alto) o le funzioni con prestazioni migliori di quelle minime richieste (quelle sottostanti la cella grigia più in alto).

La Tabella 1 può essere applicata in diversi modi, secondo gli interessi di chi le utilizza, come ad esempio: proprietari di edifici, architetti, ingegneri, enti pubblici, costruttori di apparecchi, progettisti, installatori, integratori di sistemi, sviluppatori di software.

Ad esempio (per una descrizione più approfondita si rimanda al capitolo 5 della norma EN 15232:2012):

- i proprietari di edifici, gli architetti o gli ingegneri (che definiscono le funzioni BACS e TBM dell'edificio da implementare in un nuovo edificio o per la ristrutturazione di un edificio esistente), specialmente nella fase iniziale di un progetto, possono posizionare una X a fianco di ciascuna funzione che desiderano realizzare: le caselle ombreggiate costituiscono uno strumento di aiuto per determinare in quale classe, A, B, C o D si trova la funzione specificata;
- le autorità pubbliche possono utilizzare la Tabella 1 per definire procedure di ispezione dei sistemi tecnici degli edifici;
- i progettisti, per verificare che sia considerato l'impatto di tutte le funzioni BACS e TBM nel calcolo delle prestazioni energetiche di un edificio.

NOTA BENE: un sistema di automazione è di classe D, C, B o A se **tutte** le funzioni che implementa sono rispettivamente almeno di classe D, C, B o A. Ciononostante anche implementazioni parziali possono consentire risparmi energetici.

Tabella 1 - Elenco delle funzioni di controllo in relazione alle classi di efficienza BACS

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO RISCALDAMENTO										
Controllo di emissione										
Il sistema di controllo è installato sul terminale o nel relativo ambiente; per il caso 1 il sistema può controllare diversi ambienti										
	0	Nessun controllo automatico								
	1	Controllo automatico centralizzato								
SE1C	2	Controllo automatico di ogni ambiente								
SE2B	3	Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione								
SE3A	4	Controllo integrato di ogni locale con comunicazione e controllo di presenza								
Controllo di emissione per solai termo-attivi										
	0	Nessun controllo automatico								
SE4C	1	Controllo automatico centralizzato								
SE5B	2	Controllo automatico centralizzato avanzato								
SE6A	3	Controllo automatico centralizzato avanzato a funzionamento intermittente e feed-back della temperatura dell'ambiente								
Controllo temperatura acqua nella rete distribuzione (mandata e ritorno)										
Funzioni simili possono essere applicate al riscaldamento elettrico										
	0	Nessun controllo automatico								
SE7C	1	Compensazione con temperatura esterna								
SE8A	2	Controllo basato sulla richiesta termica								
Controllo delle pompe di distribuzione										
Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione										
	0	Nessun controllo automatico								
SE9C	1	Controllo On-Off								
	2	Controllo pompa multi-stadio								
SE10A	3	Controllo pompa a velocità variabile								
Controllo intermittente della emissione e/o distribuzione										
Un solo regolatore può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione										
	0	Nessun controllo automatico								
SE11C	1	Controllo automatico con programma orario fisso								
SE12B	2	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato								
SE13A	3	Controllo automatico con calcolo della richiesta termica								
Controllo dei generatori a combustione o del teleriscaldamento										
	0	Temperatura costante								
SE14A	1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
SE15A	2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico								
Controllo del Generatore per pompe di calore										
	0	Temperatura costante								
SE16B	1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
SE17A	2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico o dalla richiesta								
Controllo sequenziale di differenti generatori										
	0	Priorità basate solo sul tempo di funzionamento								
SE18C	1	Priorità basate solo sui carichi								
SE19B	2	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta termica								
SE20A	3	Priorità basate sull'efficienza dei generatori								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA										
Controllo della temperatura nel serbatoio con integrazione di riscaldamento elettrico o con pompa di calore elettrica										
	0	Controllo automatico on/off								
SE21C	1	Controllo automatico on/off e controllo temporale								
SE22A	2	Controllo automatico on/off, controllo temporale e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della temperatura nel serbatoio usando generatori di calore										
	0	Controllo automatico on/off								
SE23C	1	Controllo automatico on/off e controllo temporale								
SE24B	2	Controllo automatico on/off, controllo temporale e accumulo in funzione della richiesta o gestione con sensori multipli di temperatura								
SE25A	3	Controllo automatico on/off, controllo temporale, accumulo in funzione della richiesta o controllo della temperatura di ritorno e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della temperatura nel serbatoio con variazioni stagionali: con generatore di calore o con riscaldamento elettrico integrato										
	0	Controllo manuale per accensione pompa di carica o riscaldamento elettrico								
SE26C	1	Controllo automatico per accensione pompa di carica o riscaldamento elettrico e controllo temporale								
SE27B	2	Controllo automatico per accensione pompa di carica o riscaldamento elettrico, controllo temporale, accumulo in funzione della richiesta o gestione con sensori multipli di temperatura								
SE28A	3	Controllo automatico con generazione esterna, accumulo in funzione della richiesta e controllo della temperatura di ritorno o riscaldamento elettrico, controllo temporale e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della temperatura nel serbatoio con collettori solari e generazione di calore										
	0	Controllo manuale per energia solare o generatore di calore								
SE29C	1	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte								
SE30B	2	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte, accumulo in funzione della richiesta o gestione con sensori multipli di temperatura								
SE31A	3	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte, accumulo in funzione della richiesta, controllo della temperatura di ritorno e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della pompa di circolazione dell'acqua calda sanitaria										
	0	Nessun controllo temporale								
SE32B	1	Controllo temporale								
SE33A	2	Controllo in funzione della richiesta								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO RAFFRESCAMENTO										
Controllo di emissione										
Il sistema di controllo è installato sul terminale o nel relativo ambiente; per il caso 1 il sistema può controllare diversi ambienti										
	0	Nessun controllo automatico								
	1	Controllo automatico centralizzato								
SE34C	2	Controllo automatico di ogni ambiente								
SE35B	3	Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione								
SE36A	4	Controllo di ogni locale con comunicazione e controllo di presenza								
Controllo di emissione per solai termo-attivi										
	0	Nessun controllo automatico								
SE37C	1	Controllo automatico centralizzato								
SE38B	2	Controllo automatico centralizzato avanzato								
SE39A	3	Controllo automatico centralizzato avanzato a funzionamento intermittente e feed-back della temperatura dell'ambiente								
Controllo temperatura acqua nella rete distribuzione (mandata e ritorno)										
Funzioni simili possono essere applicate al controllo di unità di raffreddamento per singola stanza (es. Unità split ..)										
	0	Controllo a temperatura costante								
SE40C	1	Compensazione con temperatura esterna								
SE41A	2	Controllo basato sulla richiesta termica								
Controllo delle pompe di distribuzione										
Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione										
	0	Nessun controllo automatico								
SE42C	1	Controllo On-Off								
	2	Controllo pompa multi-stadio								
SE43A	3	Controllo pompa a velocità variabile								
Controllo intermittente della emissione e/o distribuzione										
Un solo regolatore può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione										
	0	Nessun controllo automatico								
SE44C	1	Controllo automatico con programma orario fisso								
SE45B	2	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato								
SE46A	3	Controllo automatico con calcolo della richiesta termica								
Interblocco tra riscaldamento e raffrescamento a livello di generazione e/o distribuzione										
	0	Nessun interblocco								
SE47B	1	Parziale interblocco (dipende dal sistema di condizionamento HVAC)								
SE48A	2	Interblocco totale								
Controllo del Generatore										
L'obiettivo consiste generalmente nell'ottimizzare la temperatura di funzionamento del generatore										
	0	Temperatura costante								
SE49B	1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
SE50A	2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico								
Controllo sequenziale di differenti generatori										
	0	Priorità basate solo sul tempo di funzionamento								
SE51C	1	Priorità basate solo sui carichi								
SE52B	2	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta termica								
SE53A	3	Priorità basate sull'efficienza dei generatori								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
Controllo della ventilazione e del condizionamento										
Controllo mandata aria in ambiente										
	0	Nessun controllo								
SE54BC	1	Controllo a tempo								
SE55AB	2	Controllo a presenza								
SE56A	3	Controllo a richiesta								
Controllo mandata aria nell'unità trattamento aria										
	0	Nessun controllo								
SE57C	1	Controllo On/Off a tempo								
	2	Controllo automatico multi-stadio								
SE58A	3	Controllo automatico di portata o prevalenza								
Controllo sbrinamento scambiatore di calore										
	0	Senza controllo di sbrinamento								
SE59A	1	Con controllo di sbrinamento								
Controllo surriscaldamento scambiatore di calore										
	0	Senza controllo di surriscaldamento								
SE60A	1	Con controllo di surriscaldamento								
Raffrescamento meccanico gratuito										
	0	Nessun controllo								
SE61C	1	Raffrescamento notturno								
SE62A	2	Raffrescamento gratuito								
SE63A	3	Controllo entalpico								
Controllo della temperatura di mandata										
	0	Nessun controllo automatico								
SE64C	1	Set point costante								
SE65B	2	Set point variabile con compensazione in funzione della temperatura esterna								
SE66A	3	Set point variabile con compensazione in funzione del carico								
Controllo Umidità										
	0	Nessun controllo automatico								
SE67C	1	Controllo del punto di rugiada								
SE68A	2	Controllo dell'umidità								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO ILLUMINAZIONE										
Controllo Presenza										
	0	Interruttore manuale								
SE69BC	1	Interruttore manuale + segnale estinzione graduale automatica								
SE70A	2	Rilevamento automatico								
Controllo luce diurna										
	0	Manuale								
SE71A	1	Automatico								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI										
	0	Completamente manuale								
	1	Motorizzato con azionamento manuale								
SE72BC	2	Motorizzato con azionamento automatico								
SE73A	3	Controllo combinato luce/tapparelle/HVAC								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
GESTIONE CENTRALIZZATA degli Impianti tecnici dell'EDIFICIO (TBM)										
Rilevamento guasti, diagnostica e supporto alla diagnosi dei guasti										
	0	No								
SE74A	1	Sì								
Rapporto riguardante consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento										
	0	No								
SE75A	1	Sì								

Per descrivere come deve essere interpretata ed utilizzata la tabella si prenda come esempio la funzione “CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO”, ed in particolare la sotto-funzione “CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA”, i cui livelli prestazionali sono:

Livello 0 – Nessun controllo automatico

Livello 1 – Set point costante

Livello 2 – Set point dipendente dalla temperatura esterna

Livello 3 – Set point dipendente dal carico

Dalla tabella si determina che per questa funzione, sia nell’ambito Residenziale che Non-Residenziale, e relativamente alla Classe D, il livello minimo richiesto è il livello 0, essendo le celle di colore grigio a partire da questo livello in avanti. Analogamente si determina che per la Classe C il livello minimo richiesto è l’1, mentre per la Classe B il livello minimo richiesto è il 2, infine per la Classe A il livello minimo richiesto è il 3.

Se non diversamente specificato dalle autorità pubbliche (che hanno dato prescrizioni anche più restrittive) il livello minimo di funzioni da implementare, nella costruzione di edifici nuovi o nelle ristrutturazioni di edifici esistenti, corrisponde alle funzioni indicate in Tabella 1 in corrispondenza alla classe C.

I requisiti minimi delle funzioni BACS e TBM in base alla classe di efficienza C di Tabella 1 possono quindi essere utilizzati per definire le funzioni da considerare per il calcolo del consumo energetico di un edificio quando le stesse non siano definite in dettaglio (ad esempio in fase di progettazione di un edificio nuovo): tale consumo energetico di riferimento potrà essere usato come dato di ingresso nel metodo semplificato dei “fattori BACS” (si veda il capitolo 4).

3.1 Considerazioni sulle funzioni BACS e TBM da implementare

Le funzioni BACS e TBM con lo scopo di controllare o monitorare un impianto o parte di un impianto che però, di fatto, non è installato nell'edificio, non devono essere considerate nella determinazione della classe di efficienza BACS.

Ad esempio:

- per raggiungere la classe di efficienza B in un edificio privo di sistema di raffrescamento nessun "Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione tra i regolatori e verso il BACS" è richiesto per il controllo di emissione del sistema di raffrescamento.
- se una particolare funzione di controllo è richiesta per rientrare in una specifica classe di efficienza BACS, non è indispensabile che sia richiesta ovunque all'interno dell'edificio: se il progettista può fornire motivazioni che giustifichino perché l'implementazione di tale funzione di controllo non porti benefici nel caso specifico, essa può essere ignorata. Per esempio, se il progettista può dimostrare che il carico termico di un insieme di stanze dipende unicamente dalla temperatura esterna e può essere compensato con un unico regolatore centralizzato, allora nessun "Controllo automatico di ogni ambiente con valvole termostatiche o regolatore elettronico" è richiesto per rientrare in classe di efficienza energetica C.

Infine, non tutte le funzioni BACS e TBM di Tabella 1 sono applicabili a qualunque sistema HVAC, infatti quelle che non hanno un impatto sostanziale (minore del 5% sul consumo di energia totale) non devono essere necessariamente classificate.

4 Introduzione alle due metodologie di calcolo

Secondo la norma EN15232, il calcolo dell'impatto delle funzioni di gestione, controllo e automazione dell'edificio sulle prestazioni energetiche dello stesso, può essere svolto attraverso un metodo dettagliato o un metodo statistico, chiamato "metodo dei fattori BACS":

- il **metodo dettagliato** è utilizzabile al meglio solo quando il sistema è completamente noto, ovvero sono disponibili conoscenze sufficienti sulle funzioni di automazione, controllo e gestione utilizzate per l'edificio ed i sistemi energetici, da considerare durante la procedura di calcolo. Il paragrafo 4.1 offre un'analisi riepilogativa di questo metodo e indica quali norme richiamare nel considerare le funzioni di automazione e controllo nel contesto di calcolo delle prestazioni energetiche.
- il **metodo dei fattori BACS** è una procedura di calcolo rapida e su base tabellare che permette una stima approssimativa dell'impatto delle funzioni BACS e TBM in base alla classe di efficienza A, B, C o D implementata. Tale metodo è particolarmente appropriato per la fase di progettazione iniziale di un edificio, in quanto non è richiesta nessuna informazione specifica riguardo le funzioni di automazione e controllo se non la classe BACS di riferimento (già presente) e quella prevista (da implementare). Il paragrafo 4.2 fornisce una descrizione accurata di come deve essere applicato questo metodo.

In Figura 6 è riassunto come utilizzare i diversi approcci (si noti che le frecce illustrano solo il processo di calcolo e non rappresentano i flussi di energia e/o di massa).

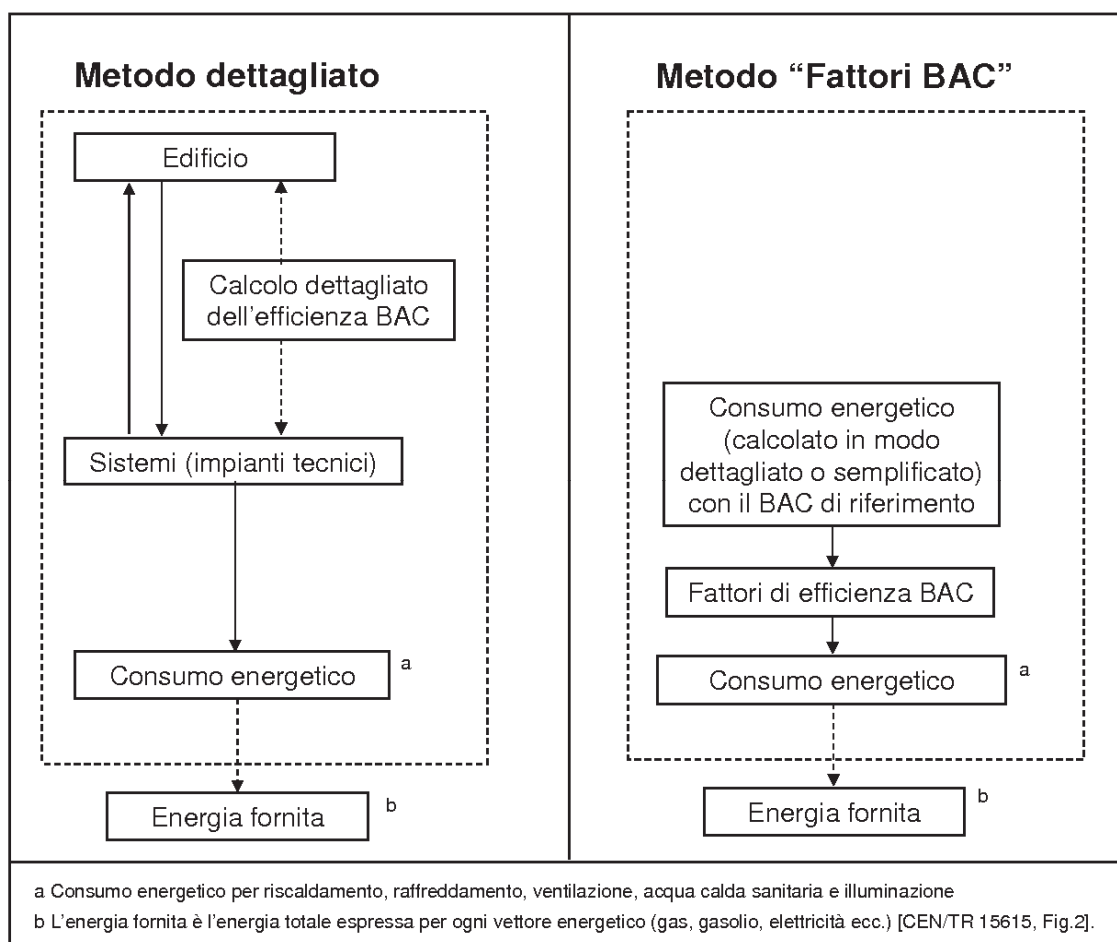


Figura 6 - Differenza tra metodo dettagliato e metodo dei fattori BACS.

4.1 Metodo dettagliato

Con il metodo dettagliato, gli impatti delle funzioni BACS e TBM sugli indicatori di prestazioni energetiche degli edifici (definiti nelle norme EN 15217, EN15603:2008 e collegate) sono calcolati accuratamente. Il metodo dettagliato fornisce risultati puntuali e precisi, a costo di uno sforzo di calcolo significativo. Esso può essere usato, ad esempio, nei contratti a garanzia di risultato (Energy Performance Contracting) per quanto riguarda i consumi di energia.

Per ogni tipologia di impianto (ad es. riscaldamento, raffrescamento, ventilazione ecc...) di Tabella 1, l'impatto di ogni singola funzione di controllo (corrispondente alla classe A, B, C o D) è valutato dettagliatamente richiamando la norma specifica di riferimento, secondo la corrispondenza riportata in Tabella 2 (quando le norme di riferimento non descrivono esattamente come trattare le funzioni BACS e TBM, è la stessa EN 15232 che da una descrizione esplicita).

Funzione di controllo	Norma
CONTROLLO RISCALDAMENTO, ACQUA CALDA SANITARIA E RAFFRESCAMENTO	
Controllo di emissione	EN 15316-2-1:2007, 7.2, 7.3, 15243:2007, 14.3.2.1 e allegato G EN 15316-2-1:2007, 6.5.1, EN ISO 13790
Controllo temperatura acqua nella rete di distribuzione	EN 15316-2-3:2007, EN 15243:2007
Controllo delle pompe di distribuzione	EN 15316-2-3:2007
Controllo intermittente dell'emissione e/o distribuzione	EN ISO 13790:2008, 13.1 EN 15316-2-3:2007, EN 15243:2007
Controllo dell'interblocco tra riscaldamento e raffrescamento per emissione e/o distribuzione	EN 15243:2007
Controllo del generazione e controllo sequenziale di differenti generatori	EN 15316-4-1 a 6 (vedi 7.4.6), EN 15243:2007
CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
Controllo mandata aria a livello ambiente	EN 15242, EN 13779
Controllo mandata aria a livello di unità di trattamento aria	EN 15241
Controllo di sbrinamento e surriscaldamento dello scambiatore di calore	EN 15241
Raffrescamento meccanico gratuito e ventilazione notturna	EN ISO 13790
Controllo della temperatura di mandata aria	EN 15241
Controllo umidità	EN 15241
CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE	
Controllo combinato luce / tapparelle / HVAC	Nessuno
CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI (es. tapparelle, tende...)	
CONTROLLO CON SISTEMI DOMOTICI E DI AUTOMAZIONE DELL'EDIFICIO (BACS)	
Controllo centralizzato del sistema di automazione in funzione delle esigenze dell'utente ad es. programmazione a tempo, valori predefiniti	Nessuno
Controllo centralizzato ottimizzato dei sistemi di automazione: ad es. regolatori auto-adattativi, valori predefiniti ecc.	Nessuno
GESTIONE IMPIANTI TECNICI DI EDIFICIO (TBM) CON FUNZIONI PER IL RISPARMIO ENERGETICO	
Rilevazione dei guasti dei sistemi tecnici dell'edificio e fornitura di assistenza	Nessuno
Rapporti con informazioni sul consumo energetico, condizioni interne e possibilità di miglioramento	EN 15603:2008

Tabella 2 – Corrispondenza fra funzioni di controllo e norme di riferimento.

Fra gli indicatori principali che determinano l'impatto dei sistemi di automazione e controllo, considerati nelle norme di riferimento di Tabella 2, si possono citare: set point di temperatura equivalente, coefficienti di accuratezza del controllo, set point di temperatura dell'aria di mandata, coefficienti di rapporto fra tempo acceso / spento, coefficienti di illuminazione (naturale/artificiale), livelli di occupazione.

Nel calcolo dettagliato, per le varie funzioni di controllo elencate in Tabella 2, possono essere utilizzati cinque tipi di approccio:

1. Metodo diretto: il calcolo delle prestazioni energetiche è basato su un metodo di simulazione dettagliato o un metodo di simulazione oraria come descritto nella EN ISO 13790. Con questo approccio è possibile calcolare direttamente l'impatto di varie funzioni, come ad esempio il riscaldamento intermittente, le variazioni di temperatura tra i valori di set point di riscaldamento e raffrescamento, le schermature solari mobili ecc.
2. Metodo basato sulla modalità operativa: considera diverse modalità operative per ogni singolo sistema (riscaldamento, illuminazione, ventilazione ecc.). Per calcolare l'impatto del controllo automatico sul consumo energetico, questo approccio prevede di calcolare in sequenza il consumo energetico per ogni modalità operativa, ottenendo per somma il consumo totale di ogni applicazione.
3. Metodo basato sul tempo di funzionamento: questo approccio può essere utilizzato quando il sistema di controllo ha un impatto diretto sul tempo di funzionamento di uno dei dispositivi (ad es. controllo di un ventilatore, di un punto luce). L'impatto del sistema di controllo è considerato attraverso un coefficiente caratteristico che caratterizza la funzione considerata. Tale coefficiente è calcolato come rapporto fra la durata dell'azione di controllo dei dispositivi (on/off o modulazione) e la durata dell'intervallo di tempo considerato.
4. Metodo basato sulla temperatura di stanza: può essere utilizzato quando il sistema di controllo ha un impatto diretto sulla temperatura della stanza. Consiste nel prendere in considerazione nel calcolo del fabbisogno energetico, secondo la norma EN ISO 13790, la temperatura della stanza corretta in considerazione degli impatti del sistema di controllo, fra cui: controllo dell'emissione di riscaldamento e raffrescamento, controllo intermittente di emissioni e/o distribuzione, ottimizzazione del funzionamento attraverso diversi regolatori, rilevazione dei difetti dei sistemi tecnici dell'edificio.
5. Metodo del coefficiente di correzione: questo approccio è utilizzato quando il sistema di controllo agisce in modo combinato su diversi fattori, come ad esempio: tempi di funzionamento, set point di temperatura, ecc. Il coefficiente di correzione è determinato, mediante alcune simulazioni, a partire da parametri rilevanti come: tipo di edificio, tipo di sistema, profilo dell'utente, clima ecc.

Per ulteriori approfondimenti sul metodo dettagliato si rimanda all'allegato A della EN15232:2012.

In questa guida si è preferito approfondire il metodo dei fattori BACS in quanto quest'ultimo, seppur caratterizzato da livelli di approssimazione maggiori rispetto al metodo dettagliato, è il più importante strumento introdotto dalla norma EN15232, in quanto pratico ed utilizzabile anche quando il sistema non è completamente noto, per stimare l'impatto delle funzioni BACS e TBM sulle prestazioni energetiche degli edifici.

4.2 Metodo dei fattori BACS

Questo metodo permette di stimare in modo semplice e su base statistica (definita a partire da un campione rappresentativo di edifici e sotto determinate condizioni, come illustrato nel paragrafo 5.2) l'impatto dell'applicazione dei sistemi BACS e TBM sull'ammontare di consumo energetico degli impianti tecnici degli edifici in un arco temporale stabilito (es. l'anno).

L'ammontare di consumo energetico include:

- energia termica e per gli ausiliari in ingresso al sistema di riscaldamento, calcolata secondo la EN 15316 ;
- energia termica e per gli ausiliari in ingresso al sistema di raffrescamento, calcolata secondo la EN 15255;
- energia termica in ingresso all'impianto dell'acqua calda sanitaria, calcolata secondo la EN 15316;
- energia elettrica in ingresso al sistema di ventilazione, calcolata secondo la EN 15241;
- energia elettrica in ingresso al sistema di illuminazione, calcolata secondo la EN 15193.

In accordo con le ipotesi e le condizioni limite riportate nel paragrafo 5.2, gli impatti dei sistemi BACS e TBM (passando da una classe di efficienza all'altra) sono stati quantificati attraverso due set di fattori BACS, per applicazioni in ambito residenziale e non-residenziale:

- $f_{BACS,h}$: fattore relativo all'energia termica per il riscaldamento;
- $f_{BACS,c}$: fattore relativo all'energia termica per il raffrescamento;
- $f_{BACS,DHW}$: fattore relativo all'energia termica per acqua calda sanitaria;
- $f_{BACS,el}$: fattore relativo all'energia elettrica per la ventilazione, l'illuminazione ed i dispositivi ausiliari;

L'energia in ingresso agli impianti tecnici dell'edificio (denominata "consumo energetico" in Tabella 3) include il fabbisogno energetico dell'edificio, le perdite termiche totali e l'energia elettrica ausiliaria necessaria al funzionamento degli impianti tecnici. L'impatto dei sistemi di controllo e di automazione sul consumo energetico di ogni impianto tecnico dell'edificio deve essere valutato con il fattore BACS appropriato, così come mostrato in Tabella 3 e più dettagliatamente spiegato nel capitolo 5. I valori numerici dei fattori BACS sono riportati nel paragrafo 5.1.

Consumo energetico		Fabbisogno energetico ¹		Perdite di sistema ²	Energia ausiliaria ³	fattore BACS
Riscaldamento	=	Q_{NH}	+	$Q_{H,loss}$		$f_{BACS,h}$
			+		$W_{h,aux}$	$f_{BACS,el}$
Raffrescamento	=	Q_{NC}	+	$Q_{C,loss}$		$f_{BACS,c}$
			+		$W_{c,aux}$	$f_{BACS,el}$
Ventilazione	=				$W_{v,aux}$	$f_{BACS,el}$
Illuminazione ⁴	=				W_L	$f_{BACS,el}$
Acqua calda sanitaria	=	Q_{DHW}				$f_{BACS,DHW}$
1: Fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento, calcolato secondo la EN ISO 13790. 2: Le perdite energetiche di un sistema di riscaldamento devono essere stimate utilizzando le norme della serie EN 15316 per le diverse aree di processo, mentre le perdite di un sistema di raffrescamento devono essere stimate utilizzando la EN 15255. 3: L'energia ausiliaria richiesta dai sistemi deve essere calcolata utilizzando, rispettivamente, le norme della serie EN 15316 (sistemi di riscaldamento), EN 15241 (sistemi di ventilazione) ed EN 15193 (sistemi di illuminazione). 4: L'impatto del controllo di illuminazione dovrebbe essere valutato separatamente secondo la EN 15193.						

Tabella 3 - Relazioni tra i sistemi energetici dell'edificio e i fattori di efficienza BACS

In linea di principio, è possibile calcolare l'energia in ingresso agli impianti tecnici dell'edificio utilizzando qualsiasi algoritmo di calcolo dedicato, ad esempio, la Norma EPBD in Europa, standard ISO al di fuori dell'Europa, o qualsiasi legge nazionale o regionale vigente.

In ogni caso, la procedura di calcolo scelta per la stima dei dati di input di energia del metodo del fattore BAC varrà per lo specifico edificio, il suo particolare utilizzo, e le specifiche condizioni climatiche dovute all'ubicazione, ed i fattori BACS saranno indipendenti dalla procedura scelta. Nel caso in cui per il calcolo del fabbisogno vengano utilizzati software, è bene verificare che le funzioni di regolazione non vengano tenute in considerazione, eventualmente deselectzionando la relativa voce: caso che potrebbe verificarsi nell'utilizzo di software che effettuino il calcolo del fabbisogno di riscaldamento secondo le UNI TS 11300.

La sequenza di calcolo del metodo del fattore di efficienza BAC è descritta in Figura 7, che riprende con maggior dettaglio Figura 6. Per prima cosa è necessario definire come riferimento una delle classi (come già detto in precedenza, tipicamente la classe C) di efficienza BAC descritte in Tabella 1. L'uso dei fattori di efficienza BAC permette di valutare facilmente il consumo energetico per casi diversi da quello di riferimento (i fattori di efficienza rilevanti vanno impostati gli uni in relazione agli altri).

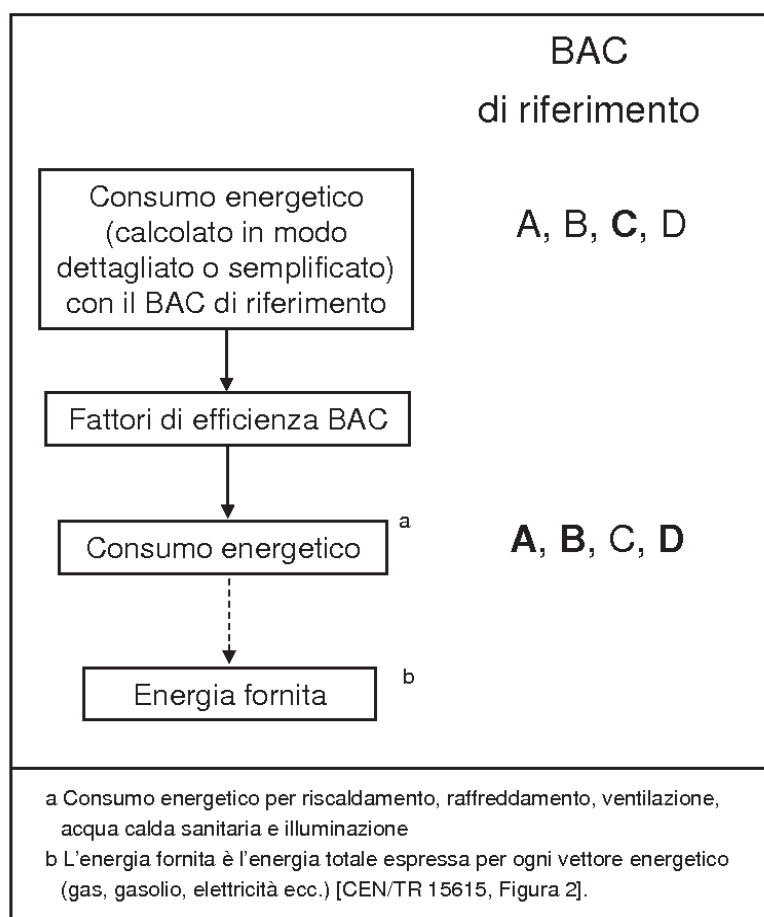


Figura 7 - Sequenza di calcolo del metodo del fattore di efficienza BAC

Il metodo semplificato è utilizzabile senza difficoltà nei casi in cui i sistemi di automazione degli impianti tecnici di un edificio siano tutti riconducibili ad una delle classi di riferimento A, B, C e D, come facilmente ipotizzabile nella progettazione di nuovi edifici.

Nel caso in cui i sistemi di automazione siano invece parzialmente riconducibili a più di un'unica classe di efficienza energetica (situazione possibile nel caso di edifici già esistenti con sistemi di automazione già implementati), occorre fare attenzione all'applicazione del metodo semplificato con i fattori BACS, in quanto, in situazioni "miste", la norma richiede di attribuire all'edificio esistente la classe "peggiore" (si ricorda, da capitolo 3, che "un sistema di automazione è di classe D, C, B o A se tutte le funzioni che implementa sono rispettivamente almeno di classe D, C, B o A), e questo può causare in alcuni casi una sovrastima del risparmio energetico conseguente.

In via alternativa, e nel caso in cui si voglia valutare in via del tutto preliminare la fattibilità, è possibile uniformare le classi delle singole funzioni alla classe "superiore": in questo caso il rischio è di sottostimare il risparmio conseguente.

Per evitare imprecisioni e/o per ottenere un valore puntuale del risparmio energetico ottenibile è opportuno adottare il metodo dettagliato, o allineare precedentemente le funzioni.

5 Approfondimento sul metodo dei fattori BACS

Di seguito sono riportate le formule, in accordo con Tabella 3, che illustrano come usare i fattori BACS per calcolare l'energia consumata dai sistemi tecnici tenendo conto dell'impatto dei sistemi di automazione.

– Sistema di riscaldamento

$$Q_{H,Tot,BAC} = (Q_{H,nd,B} + Q_{H,sys}) \times \frac{f_{BACS,h}}{f_{BACS,h,ref}}$$

$$W_{H,aux,BAC} = W_{H,aux} \times \frac{f_{BACS,el}}{f_{BACS,el,ref}}$$

– Sistemi di raffrescamento

$$Q_{C,Tot,BAC} = (Q_{C,nd,B} + Q_{C,sys}) \times \frac{f_{BACS,c}}{f_{BACS,c,ref}}$$

$$W_{C,aux,BAC} = W_{C,aux} \times \frac{f_{BACS,el}}{f_{BACS,el,ref}}$$

– Sistema di ventilazione

$$W_{V,aux,BAC} = W_{V,aux} \times \frac{f_{BACS,el}}{f_{BACS,el,ref}}$$

– Sistema di illuminazione

$$W_{L,BAC} = W_L \times \frac{f_{BACS,el}}{f_{BACS,el,ref}}$$

– Acqua calda sanitaria

$$Q_{DHW,BAC} = Q_{DHW} \times \frac{f_{BACS,DHW}}{f_{BACS,DHW,ref}}$$

Dove:

$Q_{H,Tot,BAC}$ è l'energia totale per il riscaldamento, riferita a una classe di efficienza BAC;

$Q_{H,nd,B}$, $Q_{H,sys}$ rappresentano, rispettivamente, il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio e le perdite energetiche del sistema di riscaldamento;

$Q_{C,Tot,BAC}$ è l'energia totale per il raffrescamento, riferita a una classe di efficienza BAC;

$Q_{C,nd,B}$, $Q_{C,sys}$ rappresentano, rispettivamente, il fabbisogno di energia per il raffrescamento dell'edificio e le perdite energetiche del sistema di raffrescamento;

$W_{H,aux}$, $W_{C,aux}$ indicano l'energia elettrica ausiliaria rispettivamente per i sistemi di riscaldamento e i sistemi di raffrescamento;

$W_{H,aux,BAC}$, $W_{C,aux,BAC}$ indicano l'energia elettrica ausiliaria rispettivamente per i sistemi di riscaldamento e i sistemi di raffrescamento, riferite ad una classe di efficienza BAC;

$W_{V,aux}$, W_L indicano, rispettivamente, l'energia elettrica ausiliaria per i sistemi di ventilazione e l'energia elettrica per l'illuminazione;

$W_{V,aux,BAC}$, $W_{L,BAC}$ indicano, rispettivamente, l'energia elettrica ausiliaria per i sistemi di ventilazione e l'energia elettrica per l'illuminazione, riferite ad una classe di efficienza BAC;

$f_{BACS,h,ref}$, $f_{BACS,c,ref}$
 $f_{BAC,el,ref}$ sono, rispettivamente, i fattori di efficienza BAC per l'energia termica e per l'energia elettrica **riferiti alla classe BAC scelta come riferimento**.

$f_{BAC,h}$, $f_{BAC,c}$, $f_{BAC,el}$ sono, rispettivamente, i fattori di efficienza BAC per l'energia termica e per l'energia elettrica, riferiti ad una classe di efficienza BAC;

Il metodo dei fattori BACS può essere usato sostanzialmente in due modalità:

- se il consumo di energia dell'edificio non è noto, i fattori BACS possono essere usati per determinare il risparmio di energia in termini percentuali [%] passando da una classe di efficienza di partenza scelta come riferimento (tipicamente C o D) ad una classe di efficienza più performante (tipicamente A o B);
- se il consumo di energia dell'edificio è noto, i fattori BACS possono essere usati per determinare il risparmio di energia, oltre che in termini percentuali anche in termini assoluti [kWh] rispetto alla classe scelta come riferimento. Conoscendo il costo dell'energia [€ / kWh], e rapportando il risparmio ottenibile annualmente al costo del sistema di automazione implementato, sono quindi facilmente stimabili (sempre con un certo grado di approssimazione) utili indicatori economici come ad esempio il risparmio economico annuo previsto ed il tempo di ritorno dell'investimento.

5.1 Tabelle dei coefficienti di risparmio

Nelle seguenti tabelle sono riportati i fattori di efficienza BACS determinati a partire dalle ipotesi di validità e condizioni limite riportate nel paragrafo 5.2.

Le tabelle 4 e 5 riportano il fattore BACS per l'energia termica ($f_{BACS,TH}$) per riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento; le tabelle 6 e 7 il fattore BACS per l'energia elettrica ($f_{BACS,el}$).

La versione 2012 della norma EN15232 ha introdotto i fattori di BACS di dettaglio per l'energia termo/frigorifera, riportati nelle tabelle 8, 9, 10 e 11, suddividendoli a seconda che si tratti di energia per riscaldamento ($f_{BACS,H}$), raffrescamento ($f_{BACS,C}$) o acqua calda sanitaria ($f_{BACS,DHW}$); per l'energia elettrica, la tabella 12 riporta i fattori BACS dettagliati suddivisi tra illuminazione ($f_{BACS,el-li}$) e ausiliari ($f_{BACS,el-au}$).

Le tabelle sono inoltre distinte sulla base della tipologia di energia e della categoria di edificio (residenziale o non residenziale). All'interno di ogni tabella, i fattori BACS sono ulteriormente distinti sulla base della classe di efficienza energetica e della tipologia di edificio (uffici, scuole, ecc...).

I fattori di efficienza BACS per la classe C sono sempre fissati pari a 1, in quanto questa classe è considerata quella di riferimento.

Infine, nella parte destra della tabella sono riportati i risparmi di energia in forma percentuale. Tali valori percentuali, ottenuti semplicemente rapportando i fattori BACS di classe A o B o C con i fattori BACS di classe C o D, permettono di apprezzare in maniera ancor più immediata i risparmi energetici conseguenti al passaggio da un sistema di automazione ad un altro più performante.

Energia termica in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A					
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
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%

Tabella 4 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica negli edifici non residenziali

Energia termica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A					
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,10	1,00	0,88	0,81	9%	20%	26%	12%	19%

Tabella 5 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica negli edifici residenziali

Energia Elettrica in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A					
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87	9%	15%	21%	7%	13%
Sale conferenze	1,06	1,00	0,94	0,89	6%	11%	16%	6%	11%
Scuole	1,07	1,00	0,93	0,86	7%	13%	20%	7%	14%
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96	5%	7%	9%	2%	4%
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90	7%	11%	16%	5%	10%
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92	4%	8%	12%	4%	8%
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,95	0,91	7%	12%	16%	5%	9%

Tabella 6 – Fattori di efficienza BACS per l'energia elettrica negli edifici non residenziali

Energia elettrica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A					
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	15%	7%	8%

Tabella 7 – Fattori di efficienza BACS per l'energia elettrica negli edifici residenziali

Energia termica in edifici non residenziali - energia per riscaldamento e raffrescamento																		
Tipologia Edificio	D		C (rif)		B		A		risparmio (rif. classe D)						risparmio (rif. classe c)			
	senza automazione		automazione standard		automazione avanzata		alta efficienza		C/D		B/D		A/D		B/C		A/C	
	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.
Uffici	1,44	1,57	1	1	0,79	0,8	0,7	0,57	31%	36%	45%	49%	51%	64%	21%	20%	30%	43%
Sale conferenze	1,22	1,32	1	1	0,73	0,94	0,3	0,64	18%	24%	40%	29%	75%	52%	27%	6%	70%	36%
Scuole	1,2		1	1	0,88		0,8		17%		27%		33%		12%		20%	
Ospedali	1,31		1	1	0,91		0,86		24%		31%		34%		9%		14%	
Hotel	1,17	1,76	1	1	0,85	0,79	0,61	0,76	15%	43%	27%	55%	48%	57%	15%	21%	39%	24%
Ristoranti	1,21	1,39	1	1	0,76	0,94	0,69	0,6	17%	28%	37%	32%	43%	57%	24%	6%	31%	40%
Negozi/Grossisti	1,56	1,59	1	1	0,71	0,85	0,46	0,55	36%	37%	54%	47%	71%	65%	29%	15%	54%	45%

Tabella 8 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per riscaldamento e raffrescamento negli edifici non residenziali

Energia termica in edifici non residenziali - energia per riscaldamento e raffrescamento																		
Tipologia Edificio	D		C (rif)		B		A		risparmio (rif. classe D)						risparmio (rif. classe c)			
	senza automazione		automazione standard		automazione avanzata		alta efficienza		C/D		B/D		A/D		B/C		A/C	
	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.	risc.	raff.
Residenziale	1,09		1		0,88		0,81		8%		19%		26%		12%		19%	

Tabella 9 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per riscaldamento e raffrescamento negli edifici residenziali

Energia termica per acqua calda sanitaria in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio	D	C (rif)	B	A	risparmio (rif. classe D)			risparmio (rif. classe c)	
	senza automazione	automazione standard	automazione avanzata	alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Uffici Sale conferenze Scuole Ospedali Hotel Ristoranti Negozi/Grossisti	1,11	1	0,9	0,8	10%	19%	28%	10%	20%

Tabella 10 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per acqua calda sanitaria negli edifici non residenziali

Energia termica per acqua calda sanitaria in edifici residenziali									
Tipologia Edificio	D	C (rif)	B	A	risparmio (rif. classe D)			risparmio (rif. classe c)	
	senza automazione	automazione standard	automazione avanzata	alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Residenziale	1,11	1	0,9	0,8	10%	19%	28%	10%	20%

Tabella 11 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per acqua calda sanitaria negli edifici residenziali

Energia elettrica in edifici non residenziali - energia per illuminazione e ausiliari																		
Tipologia Edificio	D		C (rif)		B		A		risparmio (rif. classe D)						risparmio (rif. classe c)			
	senza automazione		automazione standard		automazione avanzata		alta efficienza		C/D		B/D		A/D		B/C		A/C	
	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.	ill.	aux.
Uffici	1,1	1,15	1	1	0,85	0,86	0,72	0,72	9%	13%	23%	25%	35%	37%	15%	14%	28%	28%
Sale conferenze	1,1	1,11	1	1	0,88	0,88	0,76	0,78	9%	10%	20%	21%	31%	30%	12%	12%	24%	22%
Scuole	1,1	1,12	1	1	0,88	0,87	0,76	0,74	9%	11%	20%	22%	31%	34%	12%	13%	24%	26%
Ospedali	1,2	1,1	1	1	1	0,98	1	0,96	17%	9%	17%	11%	17%	13%	0%	2%	0%	4%
Hotel	1,1	1,12	1	1	0,88	0,89	0,76	0,78	9%	11%	20%	21%	31%	30%	12%	11%	24%	22%
Ristoranti	1,1	1,09	1	1	1	0,96	1	0,92	9%	8%	9%	12%	9%	16%		4%		8%
Negozi/Grossisti	1,1	1,13	1	1	1	0,95	1	0,91	9%	12%	9%	16%	9%	19%		5%		9%

Tabella 12 – Fattori di efficienza BACS per l'energia elettrica per illuminazione e per gli ausiliari negli edifici non residenziali

Relativamente alla seconda modalità di applicazione dei fattori BACS (accennata alla fine del capitolo 5) è necessario fare un'ulteriore importante considerazione sui fattori BACS con riferimento agli indici di prestazione energetica degli edifici.

Nelle vigenti leggi nazionali e regionali, attuative delle leggi sull'efficienza energetica degli edifici, sono prescritti i valori limite per gli indici di prestazione energetica (EP_i) per diversi usi energetici negli edifici. Tali valori sono dati dal rapporto tra il fabbisogno annuo di energia ed il valore della superficie utile o del volume lordo degli ambienti controllati e quindi sono espressi rispettivamente in $[kWh / m^2 \text{ anno}]$ o $[kWh / m^3 \text{ anno}]$. I fattori BACS della EN15232 sono applicabili a tali indici EP_i , per stimare le possibilità di risparmio annuo ottenibili con l'applicazione di diverse classi di automazione, adottando però degli accorgimenti. Infatti, nella maggior parte dei casi (la situazione può variare da una regione all'altra) il fabbisogno energetico ottenuto sotto forma di EP_i , considera già l'effetto di alcune delle funzioni di controllo presenti nella EN 15232.

Ad esempio, moltiplicando direttamente il fattore BAC relativo all'energia termica per un indice EP_i , ci potrebbe essere il rischio di contabilizzare due volte quella parte di risparmio energetico previsto sia dalle funzioni di controllo considerate nella legge regionale / nazionale che dalle funzioni di controllo previste nella EN15232.

Una stima più puntuale può essere svolta selezionando, all'atto del calcolo del fabbisogno energetico svolto con i più comuni software in circolazione sul mercato, le sole funzionalità di controllo e regolazione in accordo con la classe C della EN15232.

5.2 Ipotesi di validità e condizioni limite dei fattori BACS

I fattori di efficienza BAC riportati nel paragrafo 5 sono stati determinati sulla base di un'ampia gamma di calcoli transitori condotti con lo strumento di simulazione dell'energia TRNSYS, per i tipi di edificio più comuni (uffici, sale conferenze, scuole, ospedali, hotel, ristoranti, centri commerciali), in accordo con la norma EN15217.

Tali fattori sono stati ricavati confrontando il consumo annuale di energia di un locale standardizzato di riferimento (EPBD 2006) sotto determinate condizioni limite applicando di volta in volta le funzionalità dei sistemi di automazione BAC e TBM corrispondenti alle classi di efficienza energetica A, B, C, D definite nel capitolo 2. Fra le classi di efficienza energetica BACS, la classe C è stata utilizzata come riferimento.

Le specifiche del locale standardizzato di riferimento riguardano:

- dimensioni;
- superfici del pavimento e delle pareti esterne;
- valori di trasmittanza termica per pareti esterne ed interne, pavimenti, soffitti e finestre.

Le funzionalità (in accordo con le classi A, B, C e D) dei diversi sistemi di automazione BACS e TBM sono state rappresentate da:

- tempo di funzionamento del sistema di riscaldamento e/o raffrescamento;
- set point di temperatura per riscaldamento/raffrescamento;
- caratteristiche del flusso di aria esterno (costante/variabile).

ed i relativi livelli di accuratezza e qualità del controllo sono stati definiti in accordo con la seguente tabella:

	<i>Nessuna funzione BAC e TBM</i>	<i>Con funzioni BAC</i>	<i>Con funzioni BAC e TBM</i>
	Classe C = Livello 1	Classe B = Livello 2	Classe A = Livello 3
<i>Set point di riscaldamento</i>	<i>Aggiungere 1 K</i>	<i>Aggiungere 0,5 K</i>	<i>Non correggere</i>
<i>Set point di raffrescamento</i>	<i>Sottrarre 1 K</i>	<i>Sottrarre 0,5 K</i>	<i>Non correggere</i>
<i>Tempo di funzionamento</i>	<i>Aggiungere 2 h / gg</i>	<i>Aggiungere 1 h / gg</i>	<i>Non correggere</i>

Tabella 13 – Set point di temperatura e tempo di funzionamento in accordo con i sistemi BAC e TBM

L'energia richiesta per l'illuminazione artificiale non è stata presa in considerazione nella determinazione dei fattori BACS perché l'impatto del controllo dell'illuminazione dovrebbe essere valutato separatamente in accordo con la EN 15193.

Le condizioni limite che sono state considerate e fissate, per ogni classe BACS e per ogni tipologia di edificio, per la determinazione dei fattori BACS, sono elencate di seguito:

- set point di temperatura per il riscaldamento e il raffrescamento;
- livello di illuminazione;
- tempo di funzionamento dei sistemi di riscaldamento, raffrescamento e illuminazione;
- apporti termici gratuiti dovuti a persone e dispositivi (definiti in base a VDI 2079);
- ricambio d'aria di ventilazione;

- valore soglia di irradiazione per il controllo delle schermature;
- profili di occupazione settimanale (numero di giorni lavorativi / numero di giorni weekend).

L'impatto delle diverse condizioni climatiche sui fattori BACS è stato considerato trascurabile sulla base di alcuni calcoli preliminari al computer per mantenere il metodo del fattore BACS il più semplice possibile.

Le condizioni limite di funzionamento appena elencate, assieme ai profili di utilizzo, sono riportate per tutti gli edifici di tipo "non residenziale" nei due paragrafi seguenti.

Per maggiori dettagli sulla procedura di determinazione dei fattori BACS e sulla procedura di modellazione si rimanda all'allegato A della norma EN15232.

5.2.1 Profili di utilizzo e condizioni limite per un edificio di tipo "uffici"

Le quattro figure seguenti mostrano, per ognuna delle classi di automazione, i profili di funzionamento giornaliero di riscaldamento e raffrescamento tenendo conto del profilo di occupazione, nel caso di un edificio di tipo "uffici".

Legenda:

Occ = profilo di occupazione
 t = tempo (orario giornaliero)
 T_{set} = temperature di set point
 H = riscaldamento ("heating")
 C = raffrescamento ("cooling")

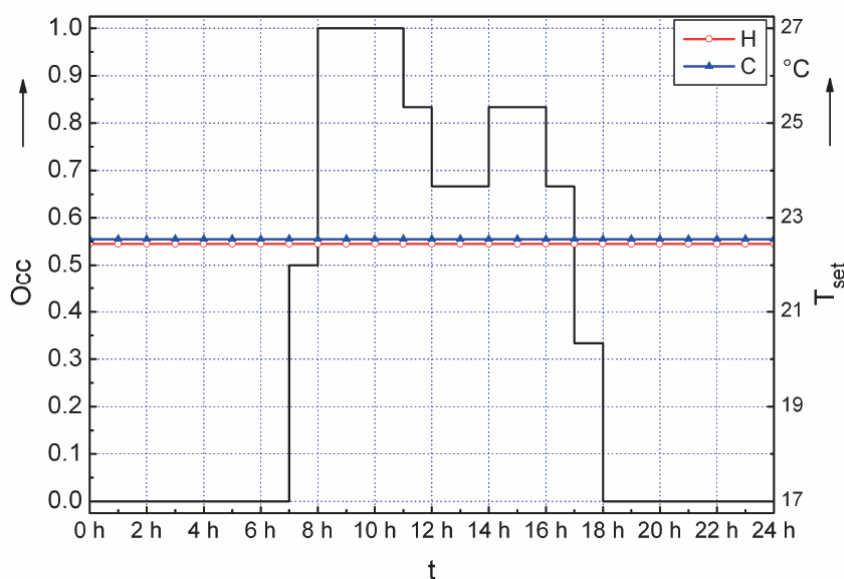


Figura 8 – Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe D (caso uffici)

La classe di efficienza D, rappresentando il caso privo di sistemi di automazione, prevede lo stesso set point di temperatura per riscaldamento e raffrescamento (nessuna banda neutra) e l'impianto HVAC funziona senza interruzione 24 ore al giorno, sebbene gli ambienti siano occupati per sole 11 ore.

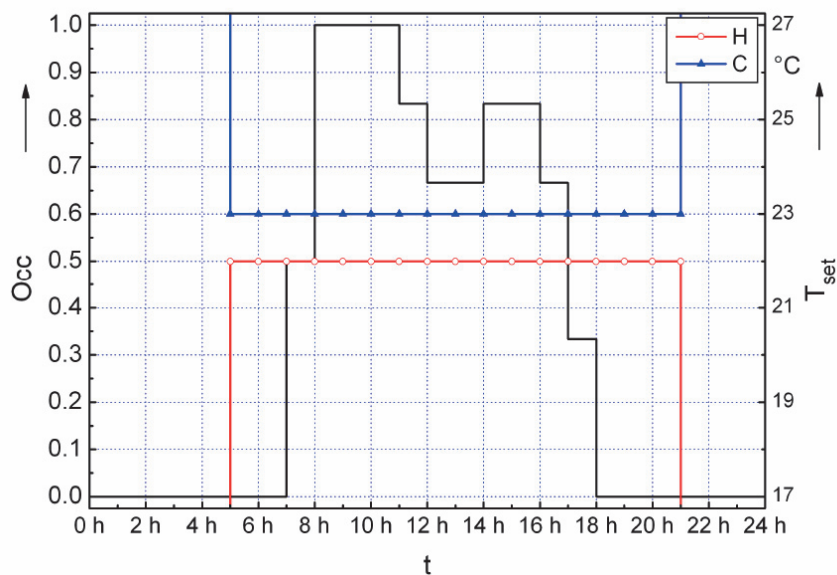


Figura 9 - Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe C (caso uffici)

Nel caso della classe di efficienza C, è prevista una leggera differenza (1 °C) fra il set point di temperatura di riscaldamento e di raffrescamento che introduce una banda ad energia zero. L'impianto HVAC comincia a funzionare 2 ore prima che gli ambienti siano occupati e termina tre ore dopo che il periodo di occupazione è terminato.

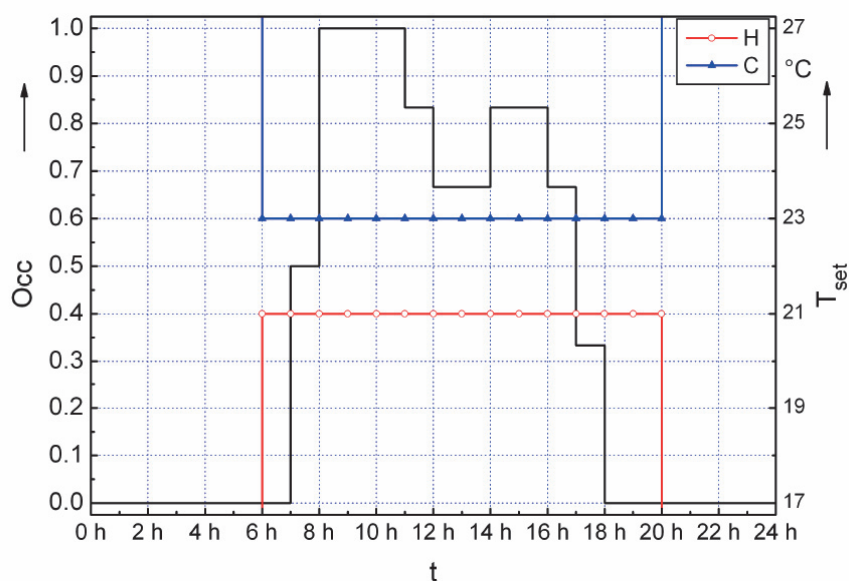


Figura 10 - Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe B (caso uffici)

La classe di efficienza B permette un migliore adattamento del tempo di funzionamento dell'impianto HVAC ottimizzando i tempi di accensione / spegnimento. I set point di temperatura per il riscaldamento e il raffrescamento sono controllati da un sistema di gestione che permette una banda neutra maggiore di quella in classe C.

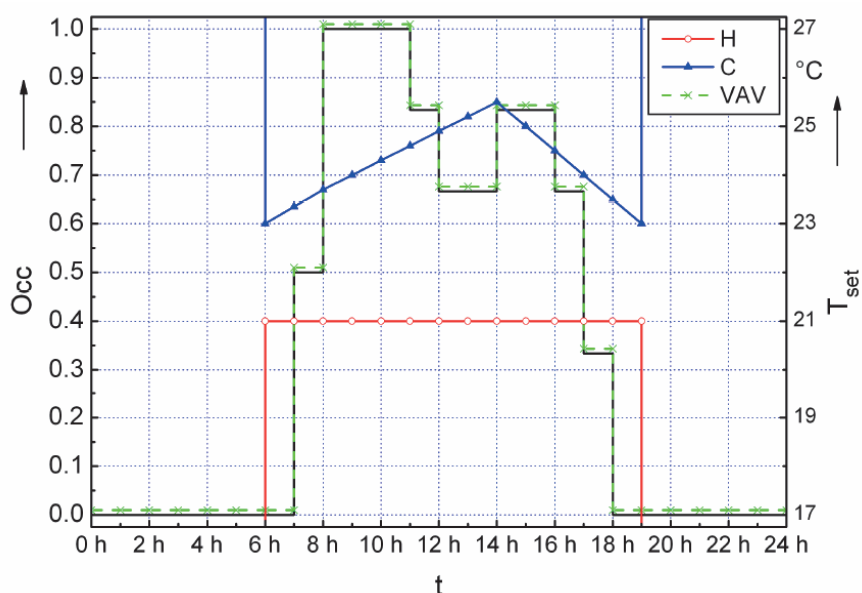


Figura 11 - Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe A (caso uffici)

La classe di efficienza A migliora ulteriormente le prestazioni energetiche attraverso l'implementazione di funzioni BAC e TBM avanzate, come ad es. set point di raffrescamento adattativi o flussi di ventilazione d'aria interconnessi con rivelatori di presenza.

I set point di temperatura per riscaldamento e raffrescamento appena visti per ogni classe di efficienza energetica sono riportate, assieme ad altre condizioni limite (sempre limitatamente al caso "uffici"), nella tabella seguente.

Ufficio		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	00:00 – 24:00	05:00 - 21:00	06:00 – 20:00	06:00 - 19:00
Raffrescamento	Set point di temperatura	22,5 °C	23 °C	23 °C	$T_C = f(T_{amb})$
	Tempo di funzionamento	00:00 - 24:00	05:00 - 21:00	06:00 - 20:00	06:00 – 19:00
Illuminazione	Potenza	13 W / m ²	13 W / m ²	13 W / m ²	13 W / m ²
	Tempo di funzionamento	07:00 - 18:00	07:00 - 18:00	07:00 – 18:00	07:00 – 18:00
Apporti gratuiti	Persone	13,3 m ² / pers.	13,3 m ² / pers.	13,3 m ² / pers.	13,3 m ² / pers.
	Dispositivi	10 W / m ²	10 W / m ²	10 W / m ²	10 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	-	-	-	-
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0.5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	5 / 2	5 / 2	5 / 2	5 / 2

Tabella 14 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Ufficio

5.2.2 Profili di utilizzo e condizioni limite per altri edifici di tipo “non residenziale”

I risparmi potenziali ottenibili tramite l'implementazione di sistemi di automazione differiscono (come già illustrato dai fattori di efficienza BACS riportati nel paragrafo 5.1) secondo la tipologia di edificio, in quanto i profili tipici di occupazione giornaliera, così come le condizioni limite considerate per la determinazione dei fattori BACS, variano fra un edificio e l'altro. Quanto appena detto è mostrato nelle figure e tabelle seguenti.

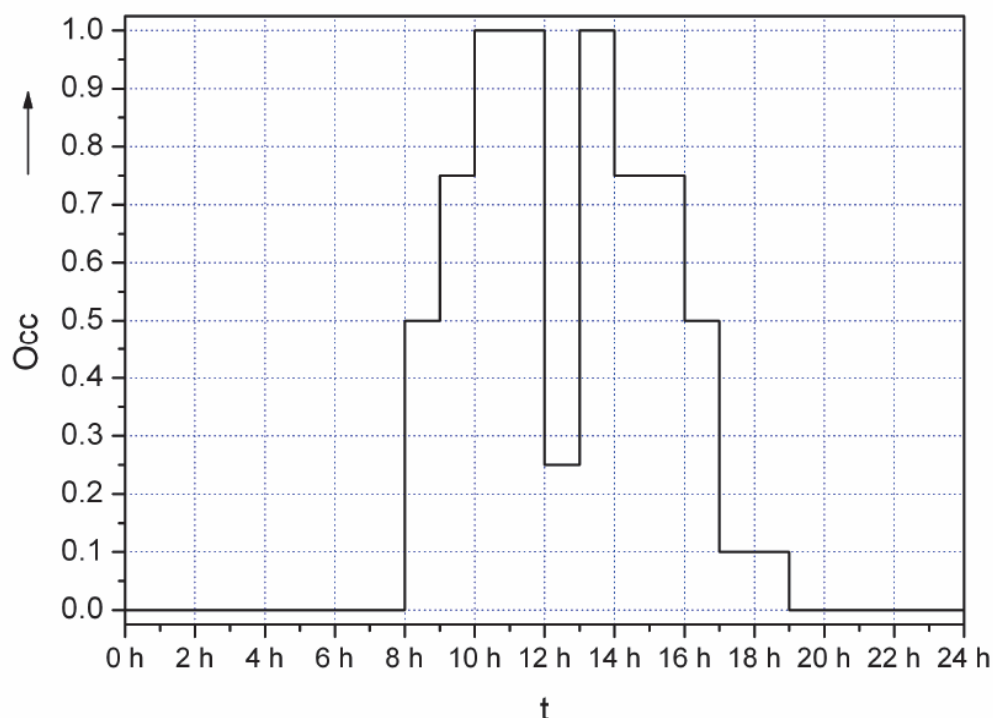


Figura 12 – Profilo di utilizzo di una sala conferenze

Sala conferenze		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	05:00 - 22:00	06:00 - 21:00	07:00 - 20:00	08:00 - 19:00
Raffrescamento	Set point di temperatura	22,5 °C	23 °C	23 °C	$T_C = f(T_{amb})$
	Tempo di funzionamento	05:00 - 22:00	06:00 - 21:00	07:00 - 20:00	07:00 - 20:00
Illuminazione	Potenza	25 W / m ²	25 W / m ²	25 W / m ²	25 W / m ²
	Tempo di funzionamento	07:00 - 20:00	07:00 - 20:00	07:00 - 20:00	07:00 - 20:00
Apporti gratuiti	Persone	1 m ² / pers.	1 m ² / pers.	1 m ² / pers.	1 m ² / pers.
	Dispositivi	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	10	10	10	10 (controllo di presenza)
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0,5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	5 / 0	5 / 0	5 / 0	5 / 0

Tabella 15 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Sala conferenze

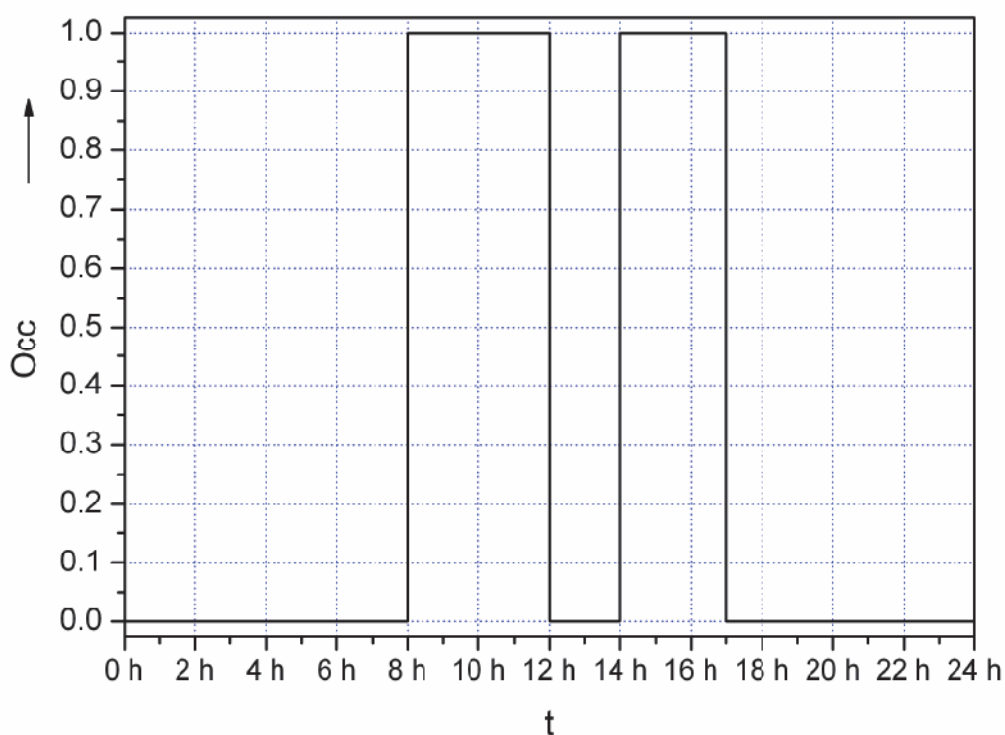


Figura 13 – Profilo di utilizzo di una scuola

Scuola		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	00:00 – 24:00	06:00 - 19:00	06:30 – 17:30	07:00 - 12:00 / 13:30 – 17:30
Raffrescamento	Set point di temperatura	-	-	-	-
	Tempo di funzionamento	-	-	-	-
Illuminazione	Potenza	13 W / m ²	13 W / m ²	13 W / m ²	13 W / m ²
	Tempo di funzionamento	07:00 - 18:00	07:00 - 18:00	07:00 - 18:00	07:00 - 18:00
Apporti gratuiti	Persone	3,3 m ² / pers.	3,3 m ² / pers.	3,3 m ² / pers.	3,3 m ² / pers.
	Dispositivi	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	-	-	-	-
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0,5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	5 / 0	5 / 0	5 / 0	5 / 0

Tabella 16 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Scuola

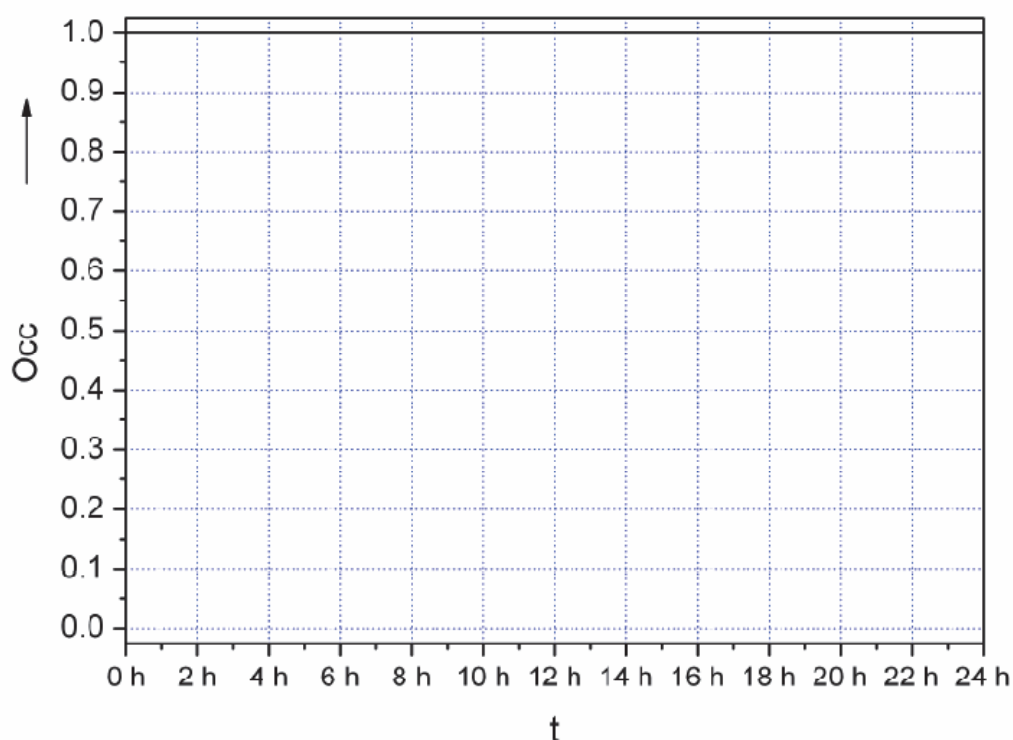


Figura 14 – Profilo di utilizzo di un ospedale

Ospedale		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	00:00 – 24:00	09:00 - 24:00	10:00 – 23:00	11:00 – 22:00
Raffrescamento	Set point di temperatura	-	-	-	-
	Tempo di funzionamento	-	-	-	-
Illuminazione	Potenza	15 W / m ²	15 W / m ²	15 W / m ²	15 W / m ²
	Tempo di funzionamento	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00
Apporti gratuiti	Persone	0,7 m ² / pers.	0,7 m ² / pers.	0,7 m ² / pers.	0,7 m ² / pers.
	Dispositivi	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	3,3	3,3	3,3	3,3 (controllo di presenza)
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0,5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	7 / 0	7 / 0	7 / 0	7 / 0

Tabella 17 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Ospedale

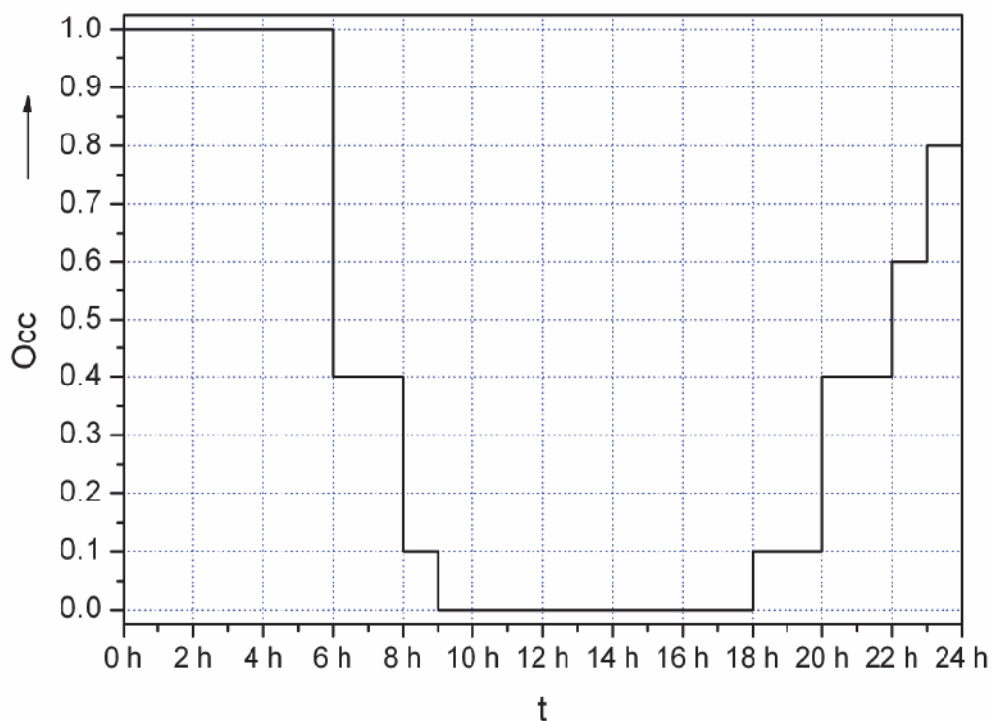


Figura 15 - Profilo di utilizzo di un hotel

Hotel		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	00:00 – 24:00	00:00 - 11:00 / 16:00 – 24:00	00:00 - 10:00 / 17:00 – 24:00	00:00 - 09:00 / 18:00 – 24:00
Raffrescamento	Set point di temperatura	22,5 °C	23 °C	23 °C	$T_C = f(T_{amb})$
	Tempo di funzionamento	00:00 - 24:00	14:00 - 10:00	06:00 - 20:00	17:00 – 09:00
Illuminazione	Potenza	10 W / m ²	10 W / m ²	10 W / m ²	10 W / m ²
	Tempo di funzionamento	18:00 - 08:00	18:00 - 08:00	16:00 – 10:00	18:00 – 08:00
Apporti gratuiti	Persone	10 m ² / pers.	10 m ² /pers.	10 m ² / pers.	10 m ² / pers.
	Dispositivi	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²	4 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	1,3	1,3	1,3	1,3
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0.5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	7 / 0	7 / 0	7 / 0	7 / 0

Tabella 18 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Hotel

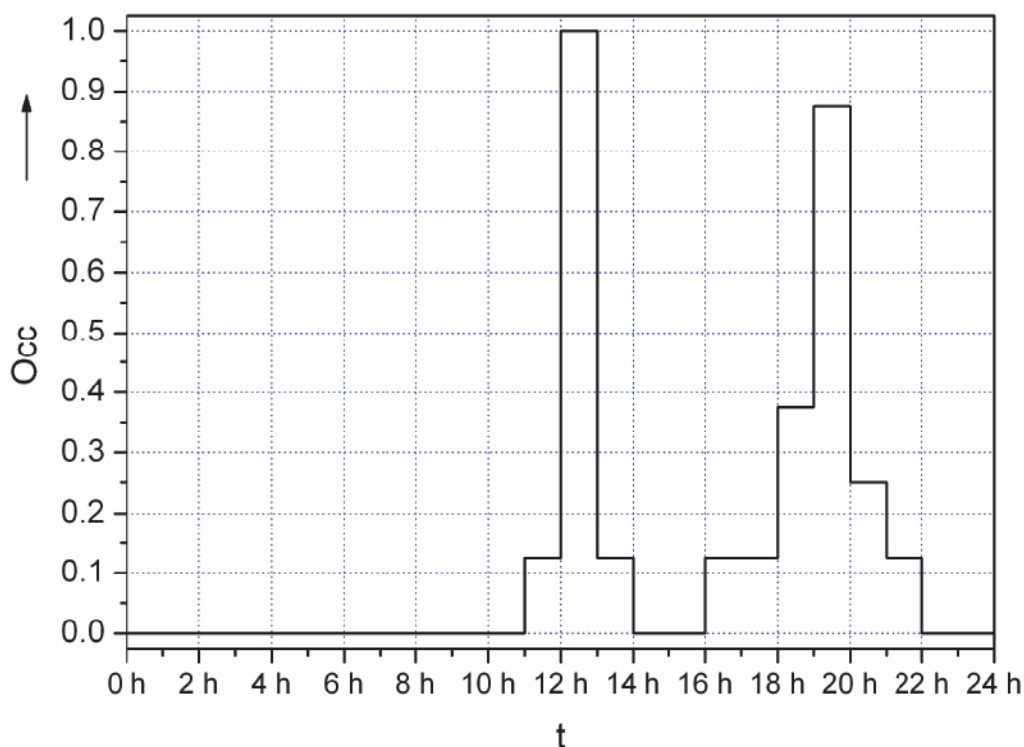


Figura 16 – Profilo di utilizzo di un ristorante

Ristorante		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	00:00 – 24:00	09:00 - 24:00	10:00 – 23:00	11:00 – 22:00
Raffrescamento	Set point di temperatura	22,5 °C	23 °C	23 °C	$T_C = f(T_{amb})$
	Tempo di funzionamento	00:00 - 24:00	09:00 - 24:00	10:00 - 23:00	11:00 – 22:00
Illuminazione	Potenza	10 W / m ²	10 W / m ²	10 W / m ²	10 W / m ²
	Tempo di funzionamento	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00
Apporti gratuiti	Persone	1 m ² / pers.	1 m ² / pers.	1 m ² / pers.	1 m ² / pers.
	Dispositivi	2 W / m ²	2 W / m ²	2 W / m ²	2 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	8,5	8,5	8,5	8,5 (controllo di presenza)
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0,5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	7 / 0	7 / 0	7 / 0	7 / 0

Tabella 19 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Ristorante

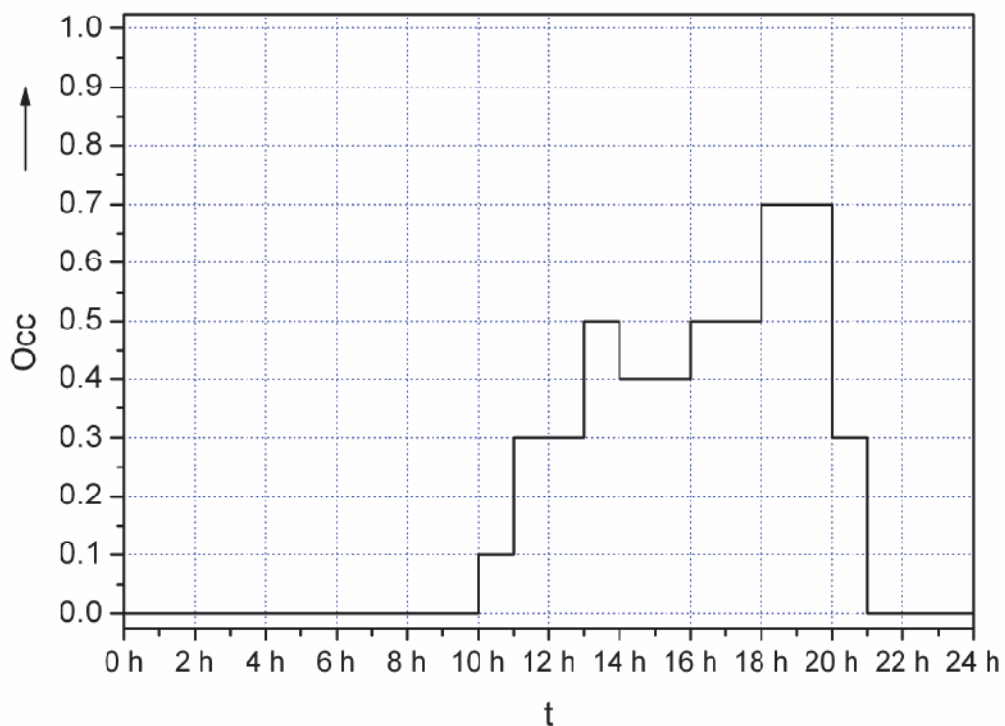


Figura 17 – Profilo di utilizzo di un centro commerciale

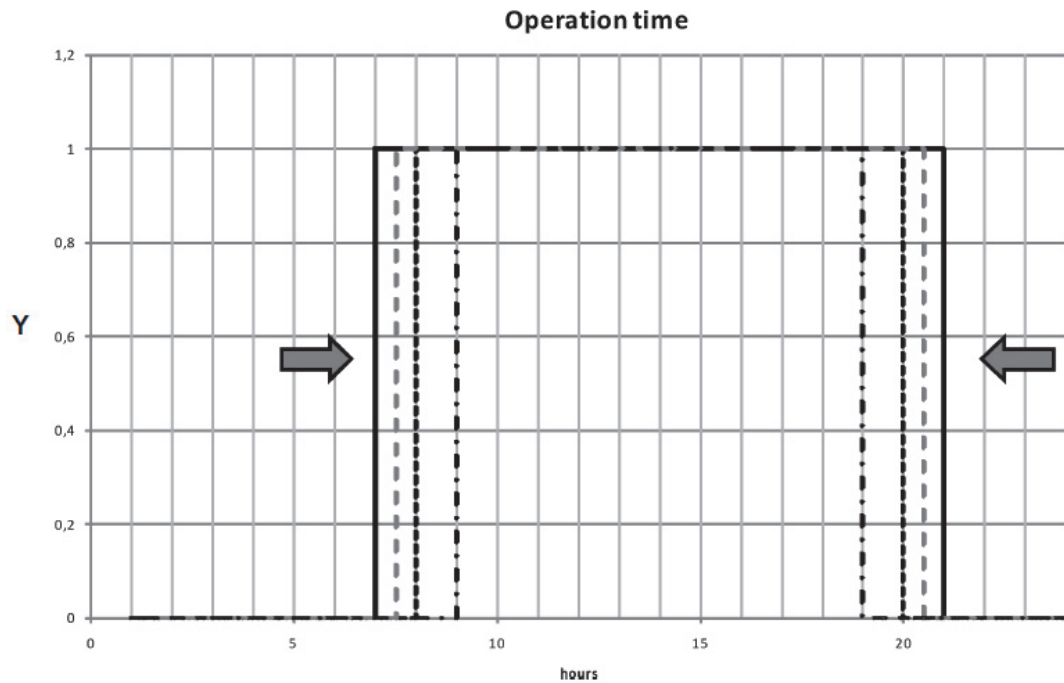
Centro commerciale		Classe di efficienza BACS			
		D	C	B	A
Riscaldamento	Set point di temperatura	22,5 °C	22 / 15 °C	21 / 15 °C	21 / 15 °C
	Tempo di funzionamento	00:00 – 24:00	08:00 - 23:00	09:00 – 22:00	10:00 - 21:00
Raffrescamento	Set point di temperatura	22,5 °C	23 °C	23 °C	$T_C = f(T_{amb})$
	Tempo di funzionamento	00:00 - 24:00	09:00 - 24:00	10:00 - 23:00	11:00 – 22:00
Illuminazione	Potenza	15 W / m ²	15 W / m ²	15 W / m ²	15 W / m ²
	Tempo di funzionamento	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00	10:00 - 23:00
Apporti gratuiti	Persone	5 m ² / pers.	5 m ² / pers.	5 m ² / pers.	5 m ² / pers.
	Dispositivi	3,5 W / m ²	3,5 W / m ²	3,5 W / m ²	3,5 W / m ²
Ventilazione	Ricambio di aria	1,3	1,3	1,3	1,3 (controllo di presenza)
Illuminazione solare	Fattore di schermatura	0,3 manuale	0,5 manuale	0,7 (200 W / m ²)	0,7 (130 W / m ²)
Profilo utente	Giorni lavorativi / Weekend	6 / 1	6 / 1	6 / 1	6 / 1

Tabella 20 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Centro commerciale

5.2.3 Profili di utilizzo e condizioni limite per impianto acqua calda sanitaria

L'impatto dei sistemi BACS sull'efficienza energetica degli impianti dell'acqua calda sanitaria è basato su:

- Tempo di funzionamento;
- Temperatura di accumulo dell'acqua.



Key

Y = level of usage

hours = operating time in h

Class D ——— Class C Class B - - - - Class A - . - -

Figura 18 – Tempo di funzionamento dell'impianto acqua calda sanitaria in funzione della classe BACS

BACS – Class	D	C	B	A
Storage tank temperature	48°C	47°C	46°C	45°C

Figura 19 – Temperatura media di accumulo dell' acqua calda sanitaria

5.3 Sistemi di Gestione dell'Energia e BACS

Il D.Lgs 102/2014 ha definito un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica. In particolare l'articolo 8 ha introdotto l'obbligo di esecuzione periodica di diagnosi energetiche nelle grandi imprese e nelle imprese a forte consumo di energia o, in alternativa, di dotarsi di sistemi di gestione conformi alla norma ISO 50001.

Tale norma fissa i requisiti per il continuo miglioramento delle prestazioni energetiche.

La gestione energetica avviene secondo un percorso articolato nei seguenti step:

- Elaborazione di una strategia e individuazione degli obiettivi di sostenibilità energetica, in linea con le esigenze di business
- Implementazione di un programma di controllo e verifica periodica del raggiungimento degli obiettivi
- Benchmarking e individuazione della priorità degli interventi
- Azioni di ottimizzazione
- Comunicazione dei risultati all'esterno

Per seguire il percorso proposto diventa fondamentale realizzare un Sistema di Gestione dell'Energia, in grado di supportare l'utente e permettere alle organizzazioni di conseguire, attraverso un approccio sistematico, il miglioramento continuo delle prestazioni energetiche.

L'EMS (Energy Management System), così come definito dalla norma UNI EN ISO 50001, è un insieme di elementi correlati ed interagenti rivolti a stabilire una politica energetica e degli obiettivi energetici, nonché l'insieme di processi e procedure atti a conseguirli.

Nell'allegato E alla norma EN15232:2012 è spiegato in dettaglio come applicare correttamente i BACS all'interno di un Sistema di Gestione dell'Energia (EMS).

5.4 Mantenimento dell'efficienza energetica dei BACS

Dalle installazioni in campo si rileva che l'efficienza energetica dei sistemi BACS, con il passare del tempo, devia drammaticamente a causa della cattiva gestione o della scarsa manutenzione.

L'allegato F alla norma EN15232:2012 riporta le attività minime da effettuare per mantenere la classe di efficienza iniziale di un BACS e la procedura per come migliorarla.

6 Schede tecniche delle funzioni di controllo

In questo capitolo sono riportate le “schede tecniche” che aiutano a capire (tramite alcune descrizioni ed un esempio di realizzazione) come è possibile realizzare le funzioni di controllo riportate in Tabella 1, ognuna in conformità con una classe di efficienza A, B o C. Non è considerata la classe D in quanto non prevede nessun controllo automatico. Tali funzioni di controllo sono suddivise per tipologia applicativa: Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Raffrescamento, Ventilazione e Condizionamento, Illuminazione, Schermature solari, Sistemi TBM. Si noti come l'elenco delle funzioni proposto proceda, per ogni impianto, dall'esame dell'emissione in ambiente/zona (elementi terminali), all'esame della rete di distribuzione per giungere all'analisi della generazione.

Identificazione delle schede tecniche

Le schede tecniche sono codificate da un codice strutturato come segue: “SE – N – CLASSE”, in modo tale da essere facilmente rintracciabili ed utilizzabili dai costruttori, dai progettisti, dagli installatori e dagli enti preposti alla certificazione degli impianti.

In particolare:

- SE: prefisso identificazione scheda tecnica
- N: numero progressivo per identificare univocamente la scheda tecnica
- CLASSE: indica la più elevata Classe energetica (A o B o C) che la scheda tecnica contribuisce a raggiungere (l'indicazione della classe è superflua ai fini dell'identificazione della scheda tecnica stessa, ma risulta un comodo ed immediato riferimento senza dover riguardare Tabella 1).

Ad esempio, il codice “SE13B” indica la scheda tecnica numero 13, di Classe B.

Si noti come in alcuni casi la stessa scheda tecnica sia classificata in modo diverso in ambiente residenziale e non-residenziale. In questi casi il carattere A, B, C che indica la classe è raddoppiato: il primo carattere indica la classe residenziale, il secondo la classe non residenziale.

Descrizione della Scheda Tecnica

Le schede tecniche riportate in questo capitolo sono redatte secondo il modello indicato in Figura 20.

CONTROLLO IMPIANTO	
Controllo sottosistema dell'impianto	
CODICE SE	Tipo di Controllo secondo EN 15232
Descrizione ...	
Come si risparmia energia	
Esempio di realizzazione	
Riferimento	Descrizione del componente
1)	Denominazione del componente 1) e sue caratteristiche
n)	Denominazione del componente n) e sue caratteristiche
Funzionamento ...	
Schema di principio ...	

Figura 20 - Modello per la scheda Tecnica di Funzione

Legenda:

- **CONTROLLO IMPIANTO:** è l'impianto considerato, cioè ad es. Riscaldamento, Illuminazione, ecc.
- **Controllo sottosistema dell'impianto:** è una parte dell'impianto considerato, es. Controllo di generazione, Controllo luce diurna, ecc. (questa voce non è presente nelle schede da SE55B a SE58A)
- **CODICE SE:** riporta il codice definito in Tabella 1 (prima colonna)
- **Tipo di Controllo secondo EN 15232:** indica, di volta in volta, quale metodologia è adottata per controllare il sottosistema / sistema dell'impianto
- **Descrizione:** descrive in modo sintetico la funzione di controllo contenuta nella Scheda Tecnica
- **Come si risparmia energia:** descrive in parole semplici perché, adottando il controllo appena descritto, è possibile ridurre i consumi di energia
- **Esempio di realizzazione:** illustra, a titolo esemplificativo, una possibile realizzazione pratica della funzione con un elenco ed una breve descrizione dei componenti individuati dal numero 1),..., n) posto nella colonna "Riferim."
- **Funzionamento:** descrive il funzionamento della realizzazione esemplificata
- **Schema di principio:** è uno schema tecnico semplificato che mostra l'esempio di realizzazione descritto.

Nota grafica: gli schemi di principio comprendono in genere una parte elettrica ed una termotecnica.

- nello schema della parte elettrica non vengono visualizzati i componenti ausiliari come ad es. alimentatori, router, ecc... perché non necessari alla comprensione dello schema;
- lo schema dell'impianto termotecnico è semplificato e ridotto alla rappresentazione degli elementi controllati, ad es. pompe, valvole o, per semplificazione, interi complessi di generazione.

6.1 Simbologia e codici

Considerato lo scopo, che è soprattutto quello di aiutare a capire logiche e principi di applicazione, si è adottata una simbologia non ISO per privilegiare la facilità di comprensione degli schemi di principio anche a quegli utenti che non hanno molta familiarità alla lettura degli stessi. Per evitare incomprensioni, in Tabella 21, è riportata (laddove possibile) una corrispondenza fra la simbologia adottata negli schemi di principio e la simbologia ISO, supportata da una breve descrizione del componente.

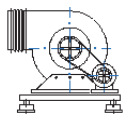
Inoltre, a fianco dei simboli e della descrizione dei dispositivi, sono riportati i codici Schneider Electric a seconda che si consideri l'offerta BACnet, LON, KNX, Zigbee/EnOcean di modo da aiutare l'utilizzatore ad individuare rapidamente i prodotti e le soluzioni Schneider Electric da implementare per soddisfare le funzioni di controllo illustrate dalle schede tecniche. Si consideri che, a seconda del protocollo utilizzato per la realizzazione dell'impianto, la dicitura (CS) presente all'interno degli schemi di principio dev'essere intesa come il mezzo trasmissivo utilizzato dal protocollo stesso.

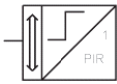
NOTA: i dispositivi Schneider Electric suggeriti (BACnet, LON, KNX, Zigbee/EnOcean) tramite il loro codice identificativo non includono in maniera esaustiva tutti i prodotti presenti nei cataloghi in grado di svolgere la funzione richiesta. I dispositivi proposti sono quelli che soddisfano le caratteristiche di base secondo gli schemi di principio ed i testi indicati di volta in volta nelle schede tecniche. La scelta definitiva e ottimale potrebbe ricadere su altri dispositivi analoghi presenti nei cataloghi, che integrano funzioni di controllo più ampie, in base alle funzionalità e comportamenti richiesti.

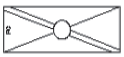
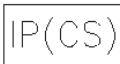
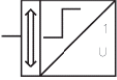
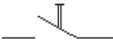
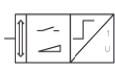
Ad esempio, per il gruppo di dispositivi "sensori", un'opzione discriminante potrebbe essere la presenza o l'assenza nel dispositivo di un ingresso aggiuntivo per la variazione manuale della grandezza misurata. Per il gruppo di dispositivi "attuatori", invece, un'opzione discriminante potrebbe essere il numero e la tipologia di utenze direttamente collegabili e controllabili.

Per la lista completa di dispositivi, suddivisi in categorie, adatti a realizzare le funzioni di controllo richieste si rimanda alla consultazione dei cataloghi Schneider Electric:

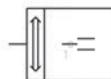
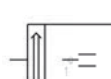
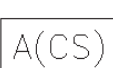
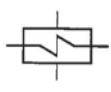
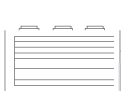
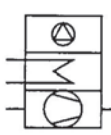
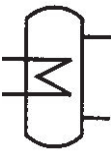
- Dispositivi di campo - Sensori HVAC catalogo
- Dispositivi di campo - Catalogo valvole e attuatori HVAC
- Lighting - Controllo Illuminazione
- SmartStruxure™ Solution – Il sistema di Building Automation integrato KNX – Domotica e Automazione degli edifici
- SBS – Dispositivi wireless

SIMBOLI		DESCRIZIONE	WIRED			WIRELESS
Simbolo SE	Simbolo ISO IEC		 Architettura BACnet	 Architettura LON	 Architettura KNX	 Architettura EnOcean/ZigBee
SP 		SONDA DI PRESSIONE	SPP110	SPP110		
		BRUCIATORE				
		VALVOLA DI REGOLAZIONE MODULANTE	Venta Vxxx + Forta Mxxx	Venta Vxxx + Forta Mxxx	MTN6921-0001	LSS513753 EER53000
 VB		VALVOLA MANUALE DI BYPASS				
		VALVOLA A FARFALLA	VF208+MFx0	VF208+MFx0		
		POMPA				
		RADIATORE				
		VENTILATORE (ELETTRICO)				
 VT		VALVOLA TERMOSTATICA				LSS513753 EER53000
		ELETTROVALVOLA	VZxx+MZxx	VZxx+MZxx	MTN6391XX	
		SONDA ELETTRONICA DI TEMPERATURA	STP500 STD500 STR500	STP100 STD100 STR100	MTN616790	LSS10020041
		TERMOSTATO ON/OFF	STT900	STT900		EER51000
 R		REGOLATORE	AS B3xxx SE7xxx SE8xxx	AS Xenta1xx Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx		MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX
 R(CS)		REGOLATORE CON CONNESSIONE SERIALE	AS B3xxx SE7xxx SE8xxx	AS Xenta1xx Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx	MTN6241-XXXX MGU3.534.XX MTN6167XX	MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX SER7XXX SER73XXX SE8XXXX SER83XXXX

SIMBOLI		DESCRIZIONE	WIRED			WIRELESS
Simbolo SE	Simbolo ISO IEC		 Architettura BACnet	 Architettura LON	 Architettura KNX	 Architettura EnOcean/ZigBee
SUVI		SUPERVISORE CENTRALE CON CONNESSIONE SERIALE	StruxureWare	StruxureWare	LSS100100 LSS100200	EER21000 MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX
RP(CS)		RILEVATORE DI PRESENZA CON CONNESSIONE SERIALE			MTN6308XX MTN6317XX MTN6316XX MTN6318XX MTN6307XX	
IB(CS)		INTERFACCIA BINARIA CON CONNESSIONE SERIALE	OTB	OTB	MTN644XXX MTN6708XX	
QE		QUADRO ELETTRICO	Smartlink*	Smartlink*	Smartlink*	Smartlink*
CRT		CRONOTERMOSTATO	TC	TC		EER51000 SE8XXXX SER83XXX
PDAI		PRESSOSTATO DIFFERENZIALE	SPD900	SPD900		
IPI		INVERTER	ATV212*	ATV212*	ATV212*	ATV212*
COP		REGOLATORE ELETTRONICO PROGRAMMABILE	AS B3xxx	AS Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx	LSS100100 LSS100200	MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX
IBR(CS)		INTERFACCIA BRUCIATORE CON CONNESSIONE SERIALE	AS	AS		
M_		SERVOMOTORE SERRANDE ARIA	MDxx + LFxx	MDxx + LFxx		
OR(CS)		OROLOGIO DI SISTEMA CON CONNESSIONE SERIALE	AS	AS	MTN6606-0008 LSS100100 LSS100200	EER21000 MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX
QA(CS)		SONDA ELETTRONICA DI QUALITA' DELL'ARIA CON CONNESSIONE SERIALE	SCDxxx SCRxxx	SCDxxx SCRxxx	MTN6005-0001	LSS442510
CON(CS)		REGOLATORE ELETTRONICO VENTILATORE, UMA E UTA CON CONNESSIONE SERIALE	AS B3xxx	AS Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx	LSS100100 LSS100200	MPM-UN -XXXX SER83XXXX SE83XXXX
ASE(CS)		ATTUATORE ELETTRONICO COMANDO SERRANDE ARIA CON CONNESSIONE SERIALE	AS B3xxx	AS Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx	MTN682291	MPM-VA-XXXX

SIMBOLI		DESCRIZIONE	WIRED			WIRELESS
Simbolo SE	Simbolo ISO IEC		Schneider Electric Architettura BACnet	Schneider Electric Architettura LON	Schneider Electric Architettura KNX	Schneider Electric Architettura EnOcean/ZigBee
		POTENZIOMETRO DI SETPOINT	STR5xx	STR1xx		SE83XXXX SER83XXXX LSS226172
		SISTEMA ELETTRONICO DI CONTROLLO UTA CON CONNESSIONE SERIALE	AS B3xxx	AS Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx	MTN682291 MTN645094	MPM-UN -XXXX
		VENTILCONVETTORE (FANCOIL)				
		FINECORSА	MD-S2	MD-S2		
		SONDA ELETTRONICA DI TEMPERATURA ESTERNA	STO500	STO100	MTN663991	LSS10020076
		SERRANDA ARIA				
		BATTERIA (BC=BATTERIA CALDA, BF=BATTERIA FREDDA)				
		SERRANDA ARIA COMANDO ELETTRICO	MDxx LF xx	MDxx LF xx	MTN682291	SED-0H0-5045 MPM-VA-XXXX
		RECUPERATORE DI CALORE				
		UMIDIFICATORE				
		SONDA ELETTRONICA UMIDITA' RELATIVA	SHO100 SHD100 SHR100	SHO100 SHD100 SHR100	MTN6005-0001	LSS10020041 LSS252331
		INTERFACCIA PULSANTI CON CONNESSIONE SERIALE			MTN625XXX MTN626XXX MTN6708XX	SE8350XXX SER8350XXX
		PULSANTE ELETTROMECCANICO				
		PROGRAMMATORE ORARIO CON CONNESSIONE SERIALE	AS	AS	MTN6606-0008 LSS100100 LSS100200	EER21000 MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX
		ATTUATORE ILLUMINAZIONE CON CONNESSIONE SERIALE			MTN647393 MTN649204 MTN6493XX MTN647091	LSS283427 LSS263733 EER40010 EER40010

SIMBOLI		DESCRIZIONE	WIRED			WIRELESS
Simbolo SE	Simbolo ISO IEC		Schneider Electric Architettura BACnet	Schneider Electric Architettura LON	Schneider Electric Architettura KNX	Schneider Electric Architettura EnOcean/ZigBee
		CONTATTORE Elettromeccanico	LC1SKxx, LC1Kxx. LC1Dxx, LC1Fxx, GCxx	LC1SKxx, LC1Kxx. LC1Dxx, LC1Fxx, GCxx	LC1SKxx, LC1Kxx. LC1Dxx, LC1Fxx, GCxx	LC1SKxx, LC1Kxx. LC1Dxx, LC1Fxx, GCxx
		TELEINVERTITORE Elettromeccanico	LC2Kxx, LC2Dxx, LC2Fxx	LC2Kxx, LC2Dxx, LC2Fxx	LC2Kxx, LC2Dxx, LC2Fxx	LC1SKxx, LC1Kxx. LC1Dxx, LC1Fxx, GCxx
		APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE CON LAMAPADA AD INCANDESCENZA				
		APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE CON LAMAPADA FLUORESCENTE				
		RILEVATORE DI PRESENZA E SENSORE DI ILLUMINAMENTO CON CONNESSIONE SERIALE			MTN6309XX	LSS396462
		SONDA ILLUMINAMENTO DIURNO	SLO320 SLR320	SLO320 SLR320	MTN663991	LSS10020053
		CONTA CALORIE	MHCXXXXX000	MHCXXXXX000		SE.RPTEND*
		CONTA FRIGORIE	MHCXXXXX000	MHCXXXXX000		
		CONTALITRI	MHCXXXXX000	MHCXXXXX000		
		MOTORE ELETTRICO				
		UNITA' SUPERVISIONE DI ZONA CON TOUCH SCREEN	ADVANCED DISPLAY	ADVANCED DISPLAY	MTN6260-0007	
		REGOLATORE HVAC	AS B3xxx SE7xxx SE8xxx	AS Xenta1xx Xenta 2XX Xenta3xx Xenta4xx	MTN645094	MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX SER7XXX SER73XXX SE8XXXX SER83XXXX
		CONTATORE DI ENERGIA ELETTRICA CON CONNESSIONE SERIALE	PM8000* PM32xx* PM55xx iEM2xxx* iEM3xxx (a AS)	PM8000* PM32xx* PM5xxx* iEM2xxx* iEM3xxx (a AS)	PM8000* PM32xx* PM5xxx* iEM2xxx* iEM3xxx (a AS) MTN6503-0201 LSS100100 LSS100200	PM8000* PM32xx* PM5xxx* iEM2xxx* iEM3xxx* (a AS) EER32000
		CONTALITRI CON CONNESSIONE SERIALE	MHCXXXXX000	MHCXXXXX000		
		CONTATORE DI GAS CON CONNESSIONE SERIALE				
		ROUTER				SE.ROUTER

SIMBOLI		DESCRIZIONE	WIRED			WIRELESS
Simbolo SE	Simbolo ISO IEC		 Architettura BACnet	 Architettura LON	 Architettura KNX	 Architettura Enocean/ZigBee
 PHO		TERMINALE TELEFONICO "MOBILE"				
		REGOLATORE TAPPARELLE E TENDE CON CONNESSIONE SERIALE			MTN6498XX	
		ATTUATORE TAPPARELLE E TENDE CON COMUNICAZIONE SERIALE			MTN6498XX	LSS10020063
		ATTUATORE ILLUMINAZIONE CON CONNESSIONE SERIALE			MTN647XXX MTN648XXX MTN649XXX	LSS10020062 LSS10020066 EER40010 EER40050
		PANNELLO RADIANTE				
		SCAMBIATORE				
		POMPA DI CALORE				
		BOLLITORE				
		PROGRAMMATORE ORARIO	B3xxx	Xenta 2XX Xenta 3XX		MPM-UN-XXXX MPM-GW-XXXX
		RICEVITORE REGOLATORE	B3xxx	Xenta 2XX Xenta 3XX		
		INTERFACCIA POMPA DI CALORE CON COMUNICAZIONE SERIALE	AS	AS		
		SONDA TEMPERATURA AMBIENTE CON SETPOINT	STR5xx	STR1xx	MTN6241-XXXX MTN6167XX	SE7XXXX SER73XXXX SE8XXXX SER83XXXX EER51000
		SENSORE POSIZIONE FINESTRA	TI-423-TF	TI-423-TF	TI-423-TF	

*: Prodotto che non implementa nativamente il protocollo ma che è comunque integrabile nell'architettura

Tabella 21 - Simboli elettrici e termotecnici

6.2 Riscaldamento

La Figura 21 mostra uno schema semplificato e generico, di riferimento per le successive descrizioni, di un impianto per la climatizzazione invernale suddiviso nei sottosistemi visualizzati in rettangoli tratteggiati: elementi di generazione, rete di distribuzione, componenti in ambiente.

Si noti come in questo schema di riferimento per le schede tecniche relative al controllo del riscaldamento e del raffrescamento è previsto anche un controllo della temperatura dei fumi in uscita dal camino (tramite la sonda di temperatura fumi SF). È infatti importante prevedere su caldaie di una certa dimensione, anche nei casi in cui non prescritto dalla normativa, questo sistema di controllo che garantisce un adeguato tiraggio del camino. Il tiraggio è funzione diretta della quota e della differenza di peso specifico tra aria e fumi: non potendo variare né il peso specifico dell'aria né la quota è necessario verificare che i fumi escano con un peso specifico (proporzionale alla temperatura) tale da garantire un adeguato tiraggio. Si è ritenuto opportuno menzionare questo sistema di controllo nello schema di riferimento, ma senza ripeterlo nelle seguenti schede tecniche in quanto non direttamente correlato alle funzioni di controllo previste dalla EN 15232 in esse illustrate.

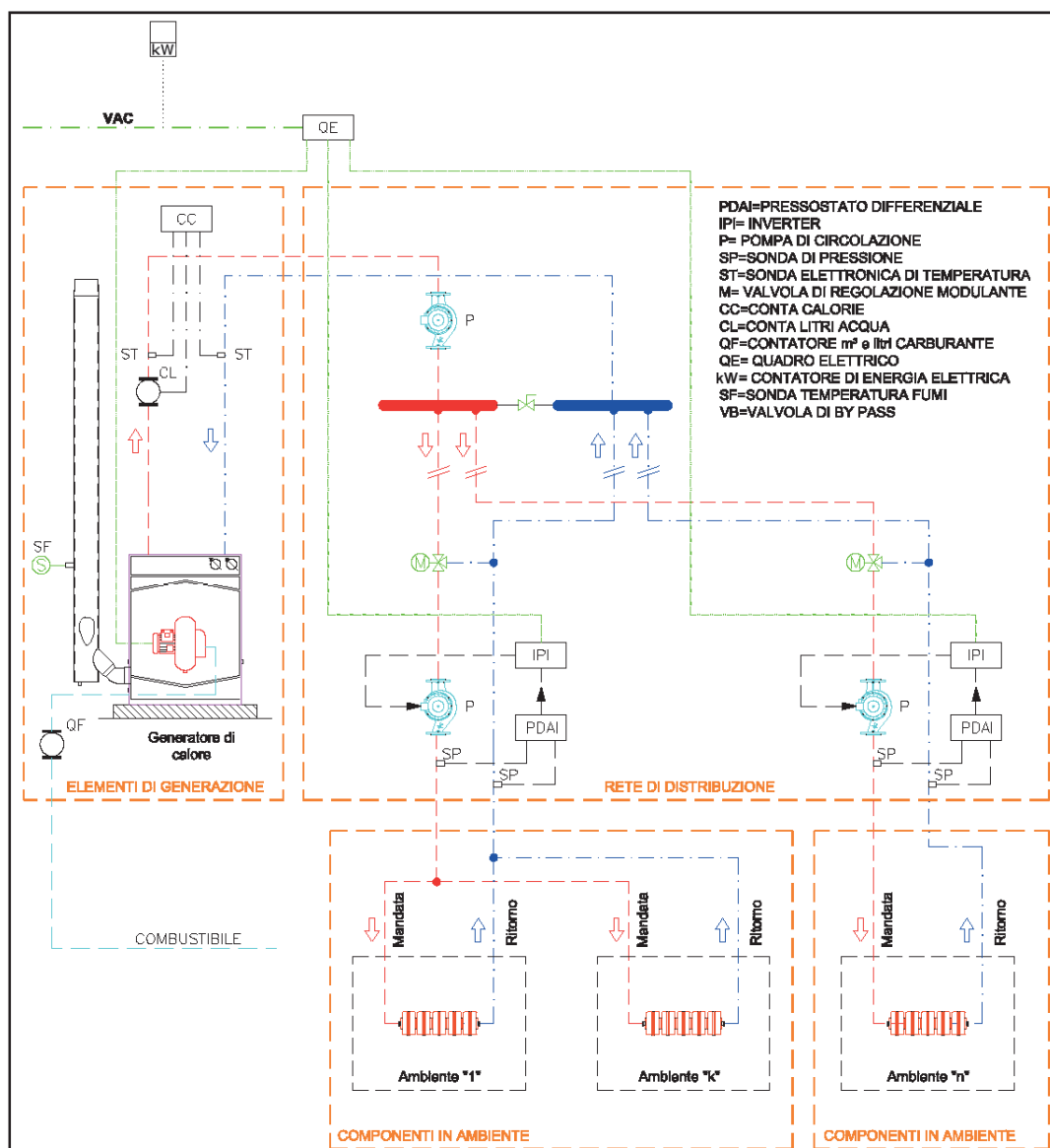
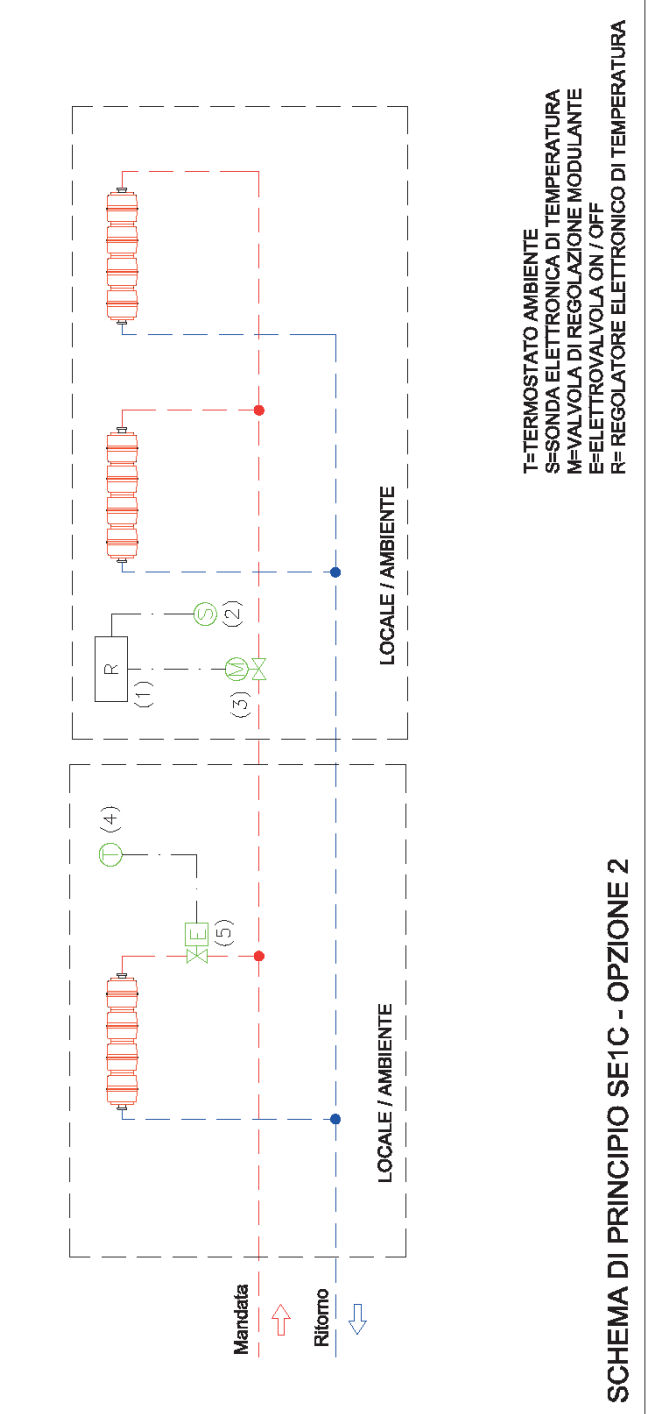
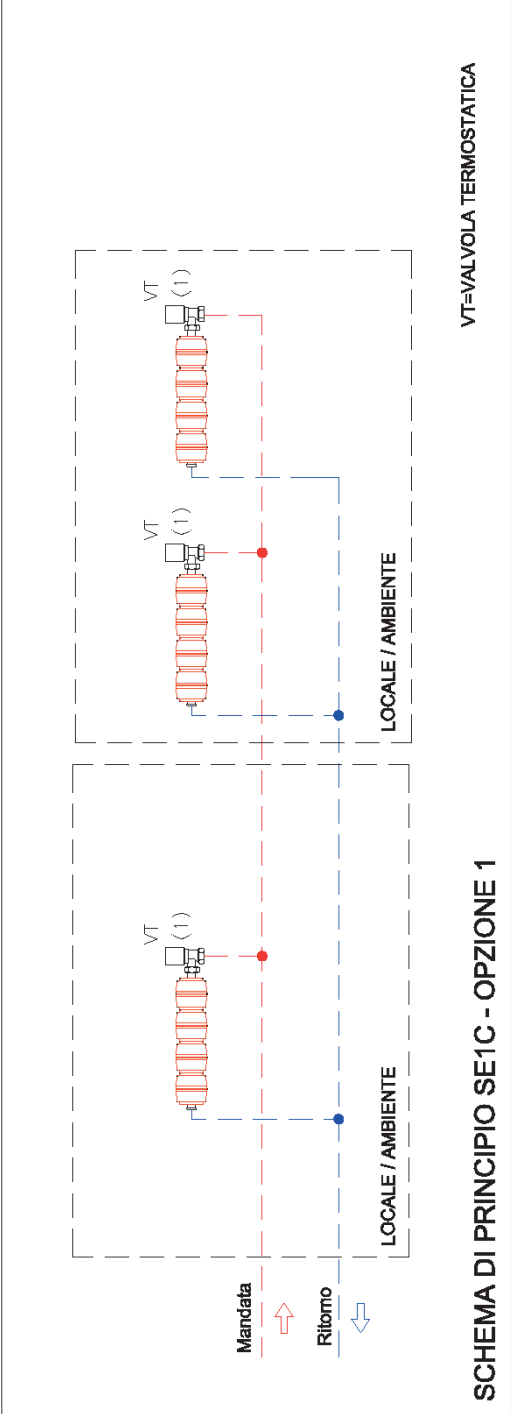


Figura 21 - Riscaldamento (H₂O): schema generale di riferimento per più ambienti/zone serviti

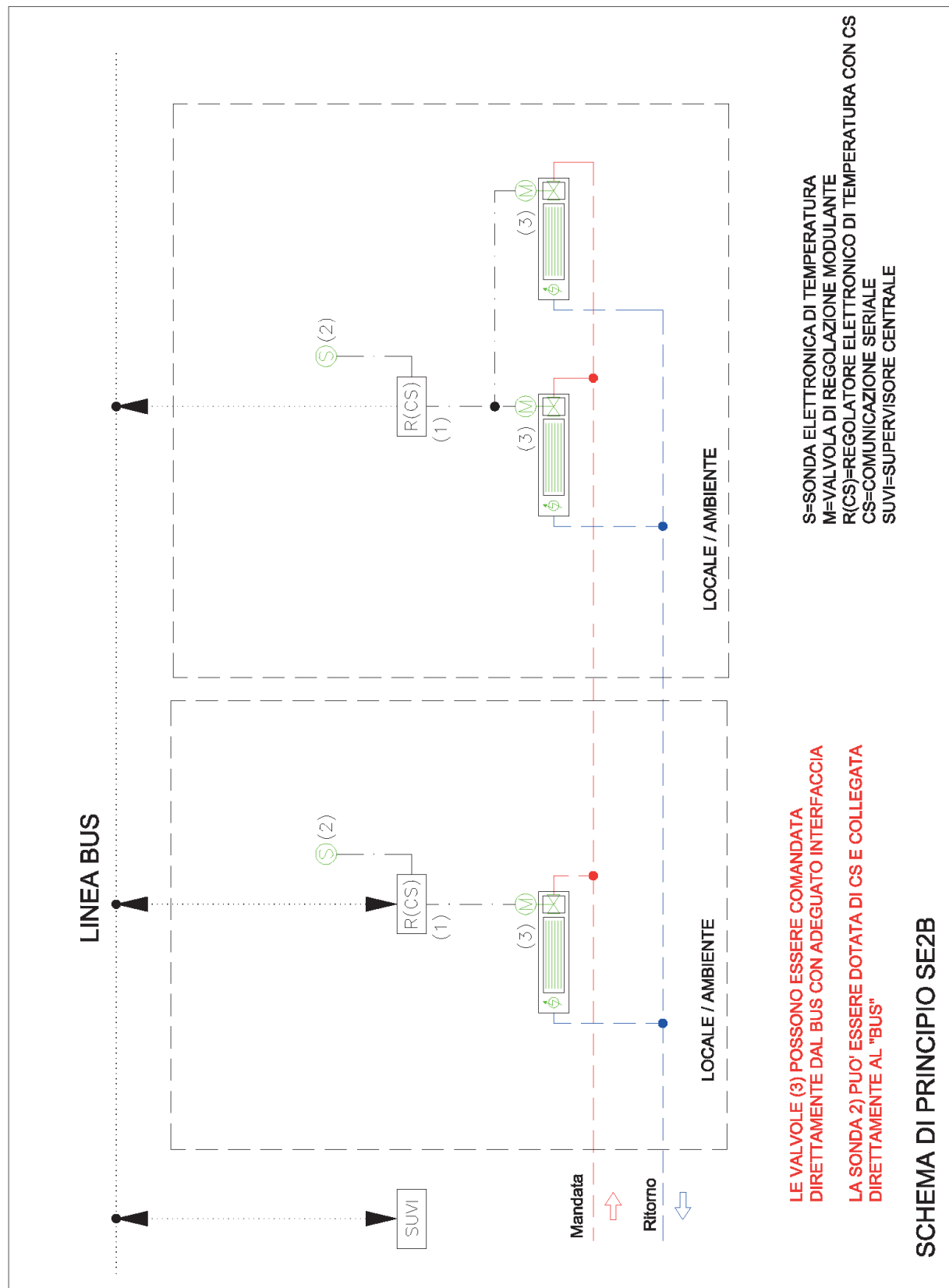
6.2.1 Controllo di emissione

Scheda tecnica SE1C

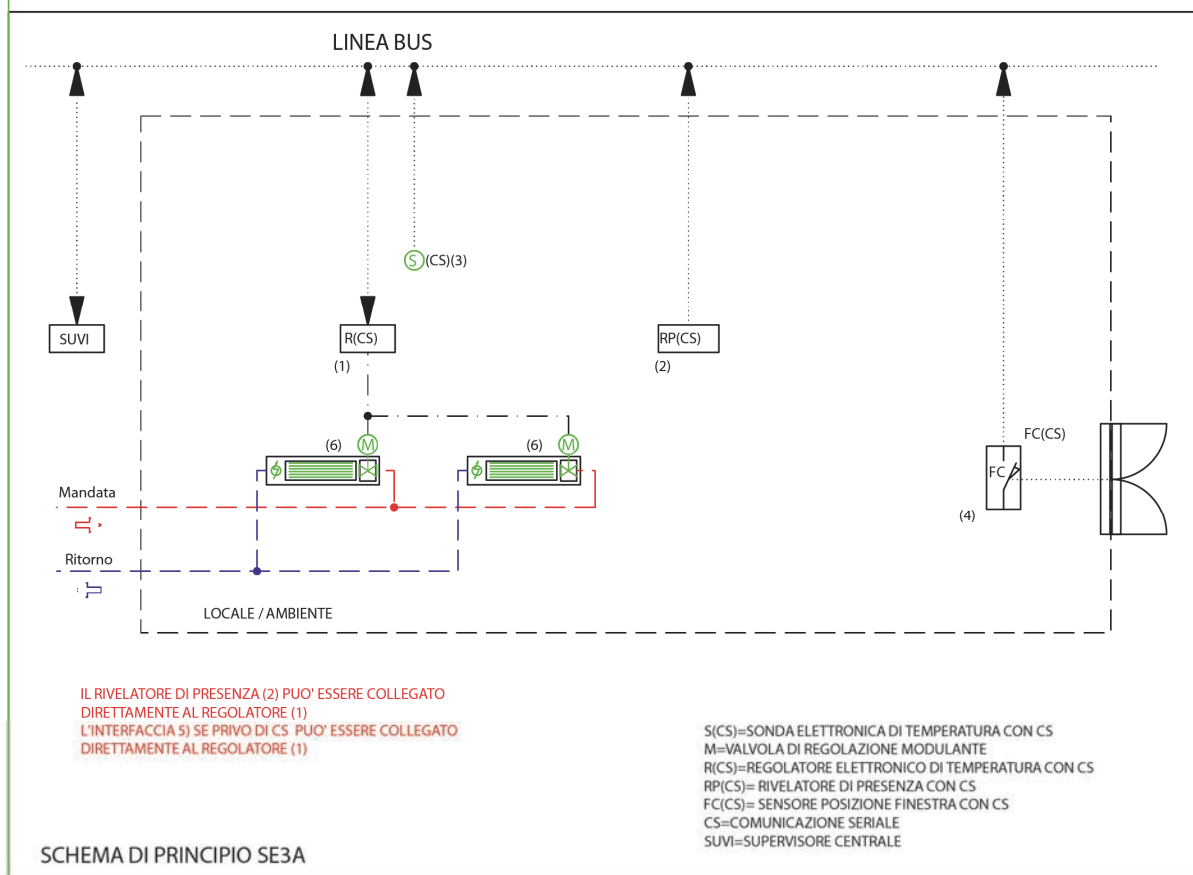
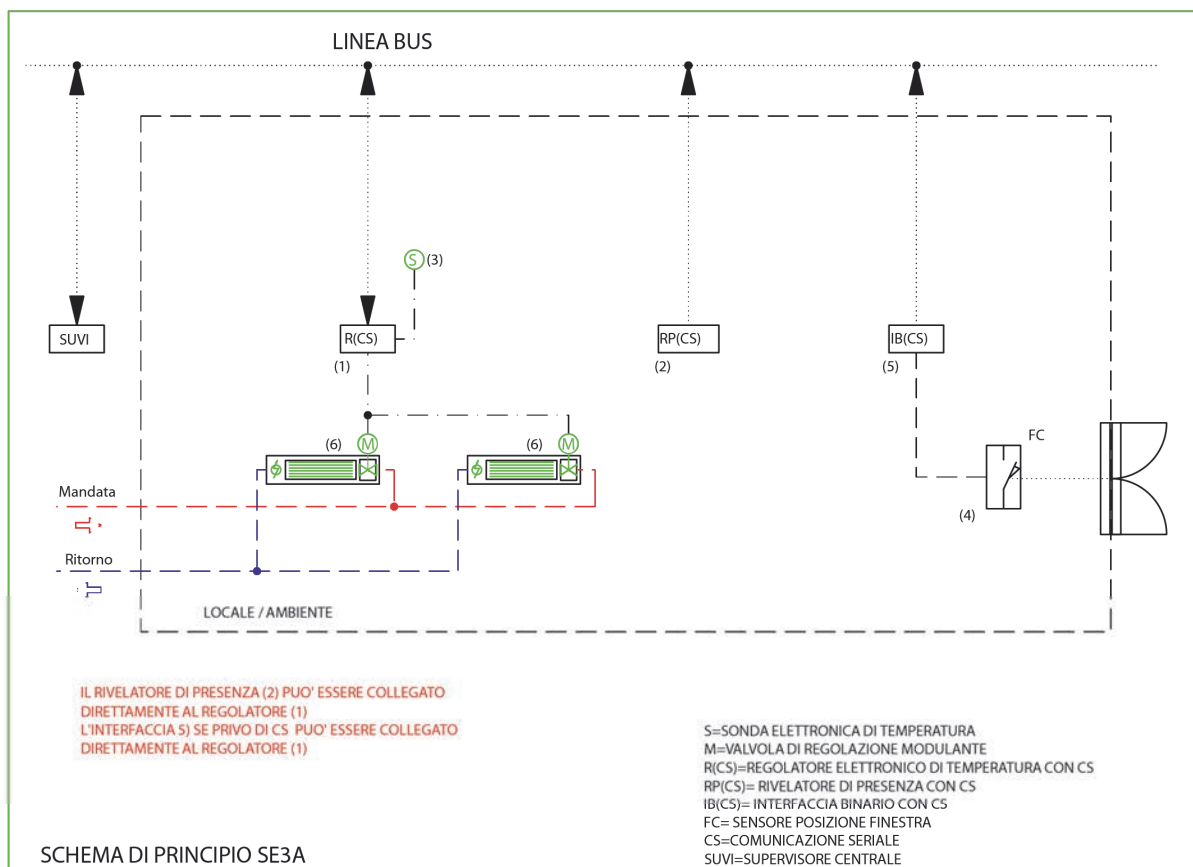
CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DI EMISSIONE	
SE1C	Controllo automatico di ogni ambiente con valvole termostatiche o regolatore elettronico
Descrizione La temperatura di ogni singolo locale può essere regolata per mezzo di valvole termostatiche posizionate sulla mandata del liquido termovettore di ogni radiatore. In alternativa è possibile utilizzare un regolatore elettronico. Entrambe le funzioni sono utilizzabili per la Classe C sia nel residenziale che non residenziale.	
Come si risparmia energia Il risparmio energetico è ottenuto grazie alla capacità del sistema di adeguarsi alle condizioni di utilizzo del locale (apporti di calore legati a persone, apparecchiature che emettono calore, irraggiamento solare, etc.) riscaldandolo solo quando vi reale è necessità. L'ambiente è così mantenuto in condizioni confortevoli con minor consumo di energia rispetto al caso privo di controllo o con controllo centralizzato.	
Opzione 1	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Valvole Termostatiche. - apparecchio non dotato di CS - regolazione dell'otturatore in funzione della temperatura ambiente
Funzionamento Opzione1 Ogni valvola è montata sul tubo di mandata dell'acqua calda di ogni radiatore. L'apparecchio è dotato di un sensore termo-sensibile che è in grado di leggere le variazioni della temperatura del locale e agire sull'otturatore della valvola per regolare il flusso dell'acqua calda e mantenere costante la temperatura d'ambiente. L'apparecchio funziona senza energia elettrica ausiliaria.	
Opzione 2	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore elettronico (termostato): - apparecchio non dotato di CS con sonda di temperatura interna o sonde remote - Uscita elettrica per controllo valvola mandata liquido termovettore. - Impiego: 1 regolatore per ogni ambiente senza coordinamento tra i regolatori
2)	Sonda remota: opzionale nel caso sia presente la sonda integrata in 1) - sonda di temperatura ambiente non dotata di CS, compatibile con 1)
3)	Valvola di regolazione modulante
4)	Termostato on/off
5)	Elettrovalvola
Funzionamento Opzione 2 Il Termostato d'ambiente 1) dotato di sonda di temperatura a bordo o remota opzionale 2) regola la mandata dell'acqua calda comandando in modalità on/off (o modulante) l'elettrovalvola 3)	



CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DI EMISSIONE	
SE2B	Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione tra i regolatori e verso il sistema BAC
Descrizione La temperatura di ogni singolo locale può essere regolata per mezzo di un regolatore elettronico dotato di comunicazione seriale per il coordinamento con regolatori in altri locali. La funzione è utilizzabile per la Classe B sia nel residenziale che nel non-residenziale	
Come si risparmia energia Il risparmio energetico è ottenuto grazie alla capacità del sistema di adeguarsi alle condizioni reali istantanee di utilizzo del locale (apporti di calore legati a presenza di persone, apparecchiature che emettono calore, irraggiamento solare, etc.), come nel caso SE1C. Inoltre la presenza di un sistema elettronico che comanda e coordina le valvole elettrocomandate parzializzabili, ottimizza la precisione del controllo e l'efficacia delle azioni. Infine, la presenza di più sonde e la possibilità di integrare la programmazione oraria permette di adattare il comfort alle reali condizioni di utilizzo previsto.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore elettronico: - apparecchio dotato di CS con sonda di temperatura integrata o una o più sonde remote. - Uscita CS verso sistema bus per controllo valvola mandata acqua calda e coordinamento tra i regolatori. - Uscita comando valvola miscelazione
2)	Sonda T ambiente remota: - opzionale nel caso sia presente la sonda integrata in 1); può essere dotata o meno di CS
3)	Valvola modulante o elettrovalvola miscelazione (o intercettazione)
Funzionamento Il Regolatore 1) dotato di sonda di temperatura integrata o remota opzionale 2) regola la mandata del termovettore per mezzo della valvola miscelazione 3). La funzione è realizzata con apparecchi dotati di comunicazione seriale: consente il coordinamento della regolazione di temperatura tra diversi ambienti e la loro gestione da un'eventuale postazione centrale. Il regolatore 1) invia sulla linea BUS le informazioni relative al locale controllato (ad es. carico termico). Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SuVi), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BAC di edificio.	



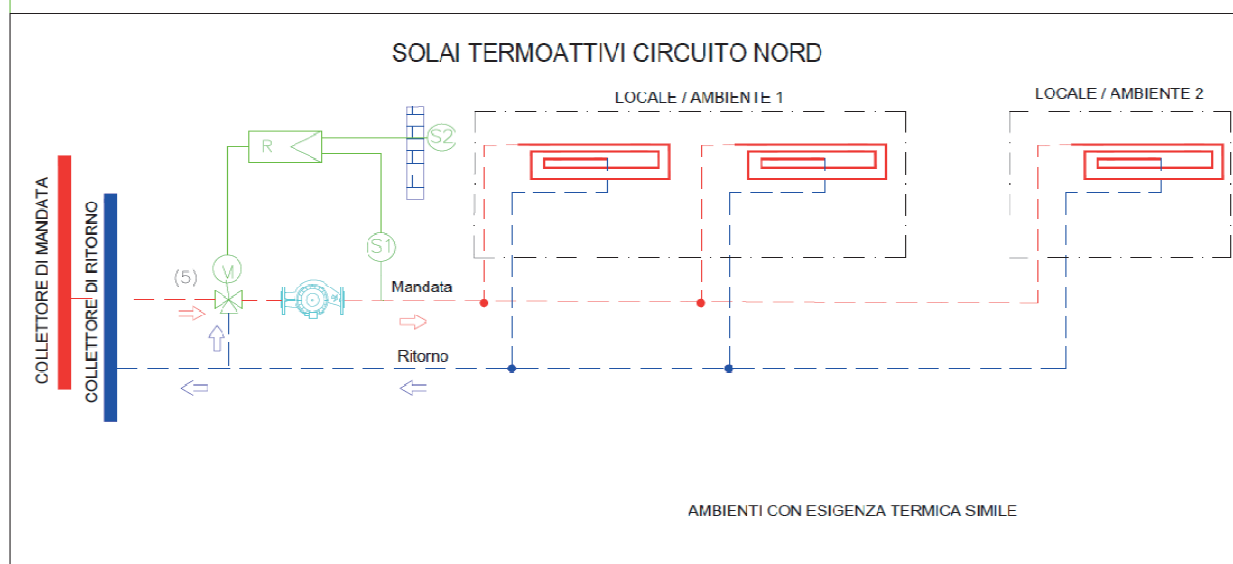
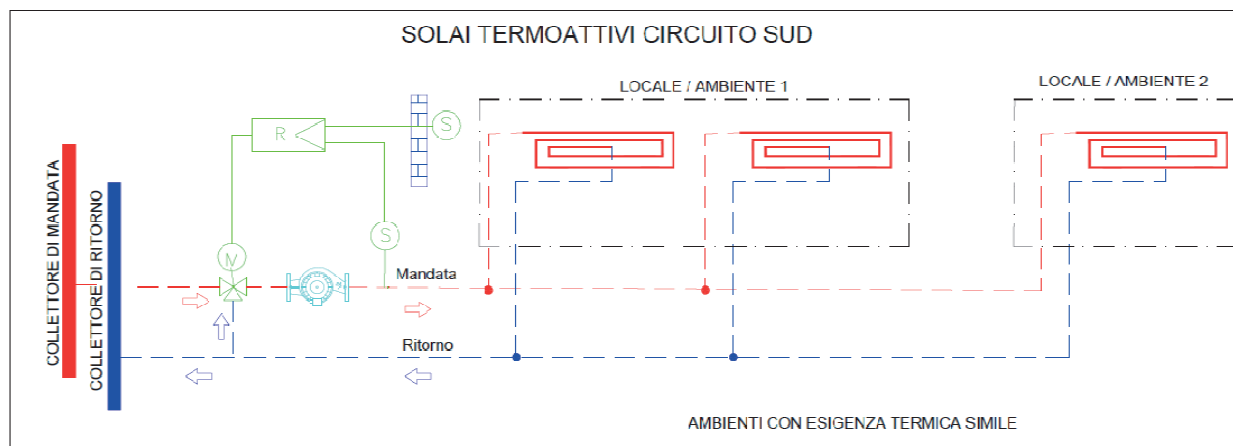
CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DI EMISSIONE	
SE3A	Controllo integrato di ogni locale con comunicazione e controllo di presenza
Descrizione La funzione prevede un controllo della temperatura di ogni locale con possibilità di interrompere il riscaldamento o metterlo in stato di basso consumo in caso di assenza persone o apertura serramenti esterni. Il regolatore deve essere dotato di CS per comunicare con altri controllori e verso il sistema-BUS.	
Come si risparmia energia Il risparmio energetico è ottenuto grazie alla capacità del sistema di adeguarsi alle condizioni reali istantanee di utilizzo del locale (apporti di calore legati a presenza di persone, apparecchiature che emettono calore, irraggiamento solare, etc.), come nel caso SE1C. La presenza di un sistema elettronico che comanda valvole elettrocomandate parzializzabili, ottimizza la precisione del controllo e l'efficacia delle azioni. Inoltre la presenza di più sonde e la possibilità di integrare la programmazione oraria permette di adattare il comfort alle reali condizioni di utilizzo previsto, come nel caso SE2B. Infine, in questo caso, il sistema, rilevando il reale utilizzo del locale (presenza persone, apertura serramenti, etc.) adegua il comfort, interrompendo il riscaldamento o mettendolo in stato di basso consumo in caso di assenza persone o apertura serramenti esterni. Il regolatore è dotato di CS per comunicare con altri controllori e verso il sistema- BAC.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore elettronico: - apparecchio dotato di CS con sonda di temperatura integrata o più sonde remote - ingresso per sonda T - uscita comando elettrovalvola miscelazione/intercettazione - uscita CS verso SISTEMA-BAC per coordinamento con altri regolatori.
2)	Sensore di presenza - apparecchio di rilevazione presenza persone, in grado di comunicare con regolatore elettronico della temperatura del locale per ottimizzare l'utilizzo dell'energia.
3)	Sonda T, temperatura ambiente (remota): - opzionale nel caso sia presente la sonda integrata in 1).
4)	Sensore apertura serramento: - microcontatto collegato al Regolatore elettronico della temperatura locale permette di ridurre o spegnere il riscaldamento quando la finestra è aperta; dotato o meno di CS
5)	Interfaccia BUS binaria: - apparecchio dotato di CS - trasferisce sul BUS, tramite apposito messaggio, lo stato del microcontatto 4)
6)	Valvola regolazione modulante o elettrovalvola on-off/regolazione: compatibile con uscita elettrica di 1)
Funzionamento Il Regolatore 1) dotato di sonda di temperatura integrata o remota opzionale 3) regola la mandata dell'acqua calda comandando in modalità on/off (o modulante) l'elettrovalvola di miscelazione. Il riscaldamento può essere interrotto o posto in stato di pre-comfort quando il sensore di presenza 2) rivela la mancanza di persone nel locale oppure quando il sensore 5) rivela l'apertura di un serramento verso l'ambiente esterno. Il regolatore 1) e i dispositivi 2) e 5) inviano sulla linea BUS le informazioni relative al locale controllato (ad es. carico termico, occupazione, stato serramenti, tipo di utilizzatori). Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SuVi), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BAC di edificio.	



6.2.2 Controllo di emissione per solai termo attivi

Scheda Tecnica SE4C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DI EMISSIONE PER SOLAI TERMOATTIVI	
SE4C	Controllo automatico centralizzato
Descrizione Il controllo della temperatura ambiente o di un insieme di ambienti aventi le medesime caratteristiche termodinamiche (ad es. la medesima esposizione geografica) avviene per via indiretta mediante compensazione del fluido termovettore di mandata. È la tipica regolazione di un impianto condominiale dove non sono previste sonde d'ambiente. Da calcoli termotecnici si desume la temperatura di mandata verso l'impianto per poter ottenere (mediamente) una temperatura interna degli appartamenti al valore di progetto (e di legge) a 20°C.	
Come si risparmia energia Questa soluzione permette di ridurre le perdite di distribuzione e per funzionamento a carico parziale dell'impianto, permettendo il risparmio energetico. Il valore della temperatura di mandata e il relativo impiego energetico dipendono dalla temperatura esterna, adeguandosi così alle esigenze del carico.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
R	Regolatore elettronico: - apparecchio collegato a una o più sonde di temperatura di temperatura esterna all'edificio
S2	Sensore Temperatura esterna - sonda di temperatura esterna compatibile con R
S1	Sensore temperatura di mandata
M	Valvola miscelatrice modulante
Funzionamento Il regolatore R trasmette alla valvola automatica M un segnale in grado di variare la temperatura dell'acqua di mandata ai solai termoattivi in funzione del valore di temperatura media rilevata dalla sonda di S1, ad es. ponderata sulle 24 ore precedenti, in modo che, in condizioni di equilibrio il valore di tale temperatura e del relativo apporto energetico rimangano costanti. L'apporto energetico necessario viene determinato in base al valore della temperatura esterna, la cui entità determina il valore di taratura del regolatore R secondo una legge ben precisa (legge di compensazione) che dipende dalle caratteristiche dell'edificio.	

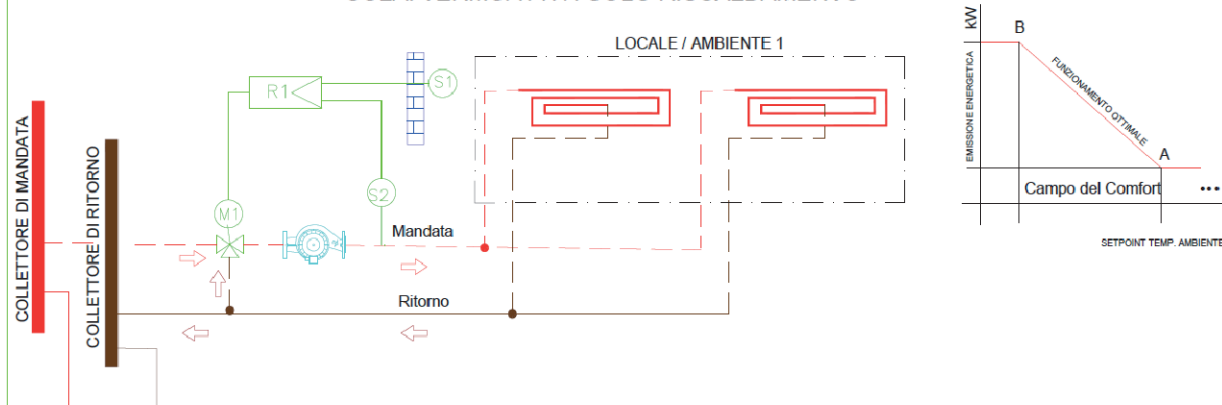


- | | |
|----|--------------------------------|
| R | Regolatore elettronico |
| S2 | Sensore di temperatura esterna |
| S1 | Sensore di temperatura mandata |
| V | Valvola miscelatrice modulante |

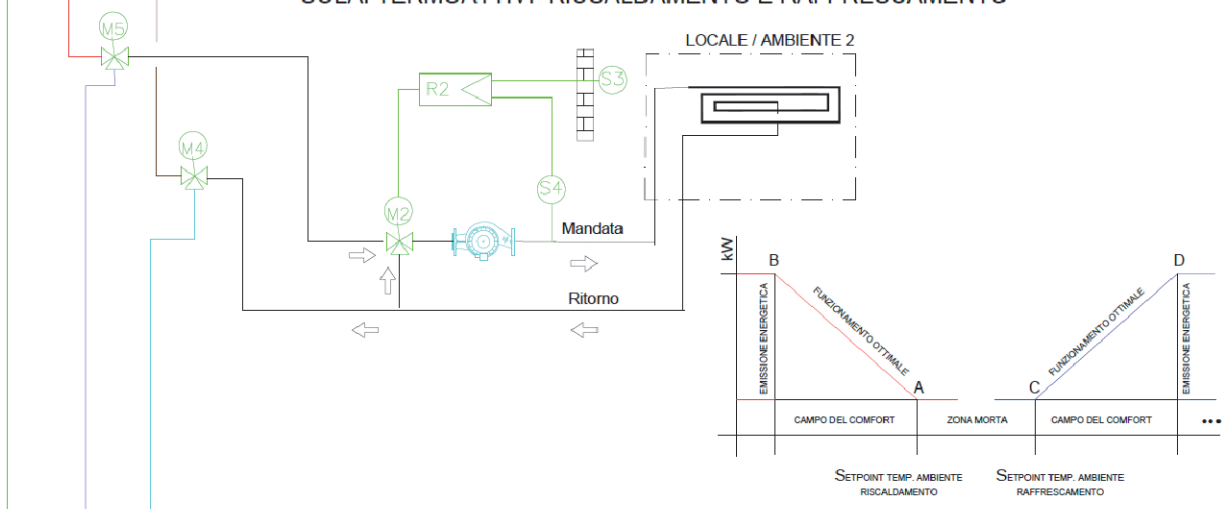
SCHEMA DI PRINCIPIO SE4C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DI EMISSIONE PER SOLAI TERMOATTIVI	
SE5B	Controllo automatico centralizzato avanzato
Descrizione Il controllo automatico centrale avanzato consta di un sistema formato da un loop di controllo automatico delle zone TABS che risponde alle condizioni esposte qui sotto	
Come si risparmia energia • Uso per solo riscaldamento. In questo caso, il sistema centrale di regolazione viene progettato e tarato per ottenere una performance autoregolante ottimale e stabile della temperatura ambiente entro i limiti di comfort prefissati in sede progettuale e definiti e mantenuti dal valore del setpoint ambiente. Con il termine "ottimale" si intende che la temperatura di tutti gli ambienti appartenenti alla stessa zona rimanga, durante il funzionamento, entro i limiti di comfort prefissati definiti dai punti A e B del grafico e, nel contempo sia la più bassa possibile riducendo così i consumi per riscaldamento. • A titolo di esempio viene riportato anche il caso del solo raffrescamento che funziona con logica simile al riscaldamento, ma con azionamenti inversi. Si noti la mancanza della compensazione a causa della limitata escursione tra mandata e ritorno della temperatura acqua refrigerata che non permette regolazioni accettabili. • Uso per riscaldamento e raffrescamento In questo caso il sistema centrale di regolazione viene progettato e tarato per ottenere una performance autoregolante ottimale della temperatura ambiente entro i limiti di comfort prefissati definiti dai valori dei setpoint ambiente di riscaldamento e raffrescamento. Con il termine "Ottimale" si intende che la temperatura di tutti gli ambienti appartenenti alla stessa zona rimanga, durante il funzionamento, entro i limiti di comfort prefissati identificabili dai punti A-B-C-D e, per quanto possibile, sfrutti l'intero campo operativo per ridurre al massimo l'impiego energetico di riscaldamento e raffrescamento. • Uso per riscaldamento e raffrescamento. La commutazione automatica stagionale dei fluidi per mezzo delle valvole M4 e M5 deve essere effettuata sulla base non solo della temperatura esterna, ma anche degli apporti energetici interni (persone, illuminazione, macchine ecc.) risparmiando così il relativo ammontare energetico.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
R1/2/3	Regolatori elettronici: apparecchi collegati a una o più sonde di temperatura
S1/S3	Sensore temperatura esterna: sonda di temperatura esterna compatibile con R1/2/3
S3/4/5	Sensore temperatura di mandata
M1---5	Valvole automatiche
Funzionamento (in generale) Il regolatore R trasmette alla valvola automatica M un segnale in grado di variare la temperatura dell'acqua di mandata ai solai termoattivi in funzione del valore rilevato dalla sonda di mandata S1, in modo che, in condizioni di equilibrio il valore di tale temperatura e del relativo apporto energetico rimangano costanti. L'apporto energetico necessario per il solo riscaldamento viene determinato in base al valore della temperatura esterna, la cui entità determina il valore di taratura del regolatore R secondo una legge ben precisa (legge di compensazione) che dipende dalle caratteristiche dell'edificio.	

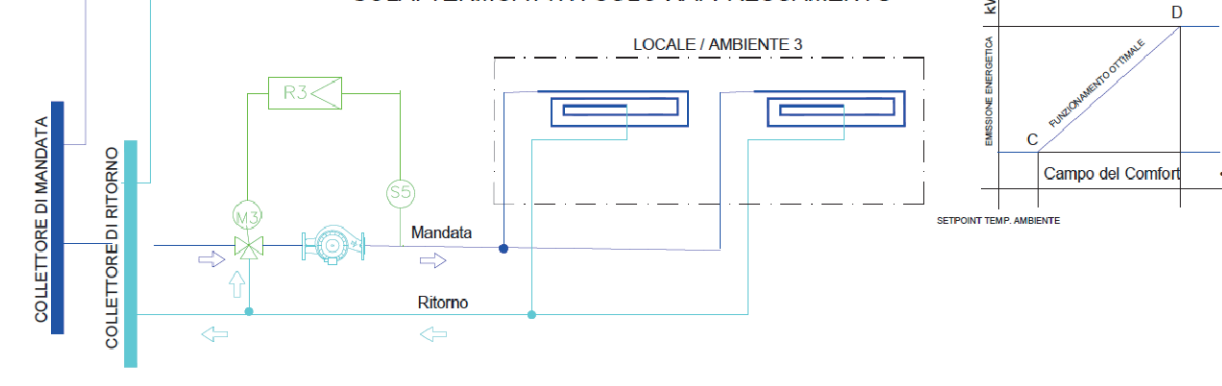
SOLAI TERMOATTIVI SOLO RISCALDAMENTO



SOLAI TERMOATTIVI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO



SOLAI TERMOATTIVI SOLO RAFFRESCAMENTO



R 1/2/3 REGOLATORI ELETTRONICI: APPARECCHI COLLEGATI A UNA O PIU' SONDE DI TEMPERATURA
 S1/S3 SENSORE TEMPERATURA ESTERNA: SONDA DI TEMPERATURA ESTERNA COMPATIBILE CON R 1/2/3
 S3/4/5 SENSORE TEMPERATURA DI MANDATA
 M1—5 VALVOLE AUTOMATICHE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE5B

Scheda tecnica SE6A

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DI EMISSIONE PER SOLAI TERMOATTIVI	
SE6A	Controllo automatico centrale avanzato a funzionamento intermittente e feed-back della temperatura ambiente
Descrizione Il controllo automatico centrale avanzato è formato da un sistema regolante dell'acqua di mandata ai solai termoattivi che prevede l'arresto delle pompe e/o la misura della temperatura ambiente quale indice per il controllo di precisione dell'energia necessaria.	
Come si risparmia energia • Funzionamento intermittente. In questo caso, il sistema centrale automatico di regolazione, oltre che a rispondere ai requisiti di cui alla scheda tecnica SE5B di questa guida, dispone della possibilità di inserire o disinserire la/le pompe di mandata risparmiando così la relativa energia elettrica motrice. Tali arresti possono avvenire sia con elevata frequenza, ad esempio con ciclo di tempo totale di 6 ore sia con frequenza più bassa, ad esempio con ciclo totale di tempo di 24 ore. • Feedback di temperatura ambiente. il sistema centrale automatico di regolazione, oltre che a rispondere ai requisiti di cui alla scheda tecnica SE5B di questa guida, dispone della possibilità di rilevare, a mezzo di apposita sonda, la temperatura di un ambiente campione significativo e di correggere di conseguenza il setpoint dell'acqua di mandata. Ciò consente l'esatto adeguamento dell'emissione alla richiesta energetica comprensiva anche della quota di energia dovuta a fattori non prevedibili quali le variazioni giornaliere di rientri e/o dispersioni termiche. A causa dell'elevata inerzia termica dei solai termoattivi, la correzione del setpoint di temperatura dell'acqua di mandata può avvenire solo con frequenza giornaliera; infatti l'impiego dei solai termoattivi non permette di rilevare alcuna variazione istantanea dei parametri termici di funzionamento. Si ricorda che i controlli centralizzati sono applicabili a locali e ambienti con caratteristiche termiche simili e quindi facenti parti della medesima zona. Di conseguenza la misura della temperatura deve essere effettuata nell'ambiente più significativo del medesimo insieme.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
R1	Regolatore elettronico: apparecchio collegato a una o più sonde di temperatura
S1/S2	Sensori di temperatura esterna e acqua di mandata compatibili con R1
SA	Sensore temperatura ambiente
M1	Valvola automatica
Funzionamento Il regolatore R trasmette alla valvola automatica M un segnale per variare la temperatura dell'acqua di mandata ai solai termoattivi in funzione del valore rilevato dalla sonda esterna S1. L'apporto energetico necessario per il solo riscaldamento viene determinato in base al valore della temperatura esterna, la cui entità determina il setpoint del regolatore R secondo una legge ben precisa (legge di compensazione illustrata dal grafico 1) che come esposto alla scheda SE5B genera indirettamente il valore ambiente della temperatura di comfort. Una maggior precisione di controllo dell'emissione energetica si ottiene grazie alla presenza di una sonda ambiente che a sua volta ritarda il valore della temperatura dell'acqua di mandata. Per il funzionamento intermittente si rimanda a quanto qui sopra esposto al punto a).	

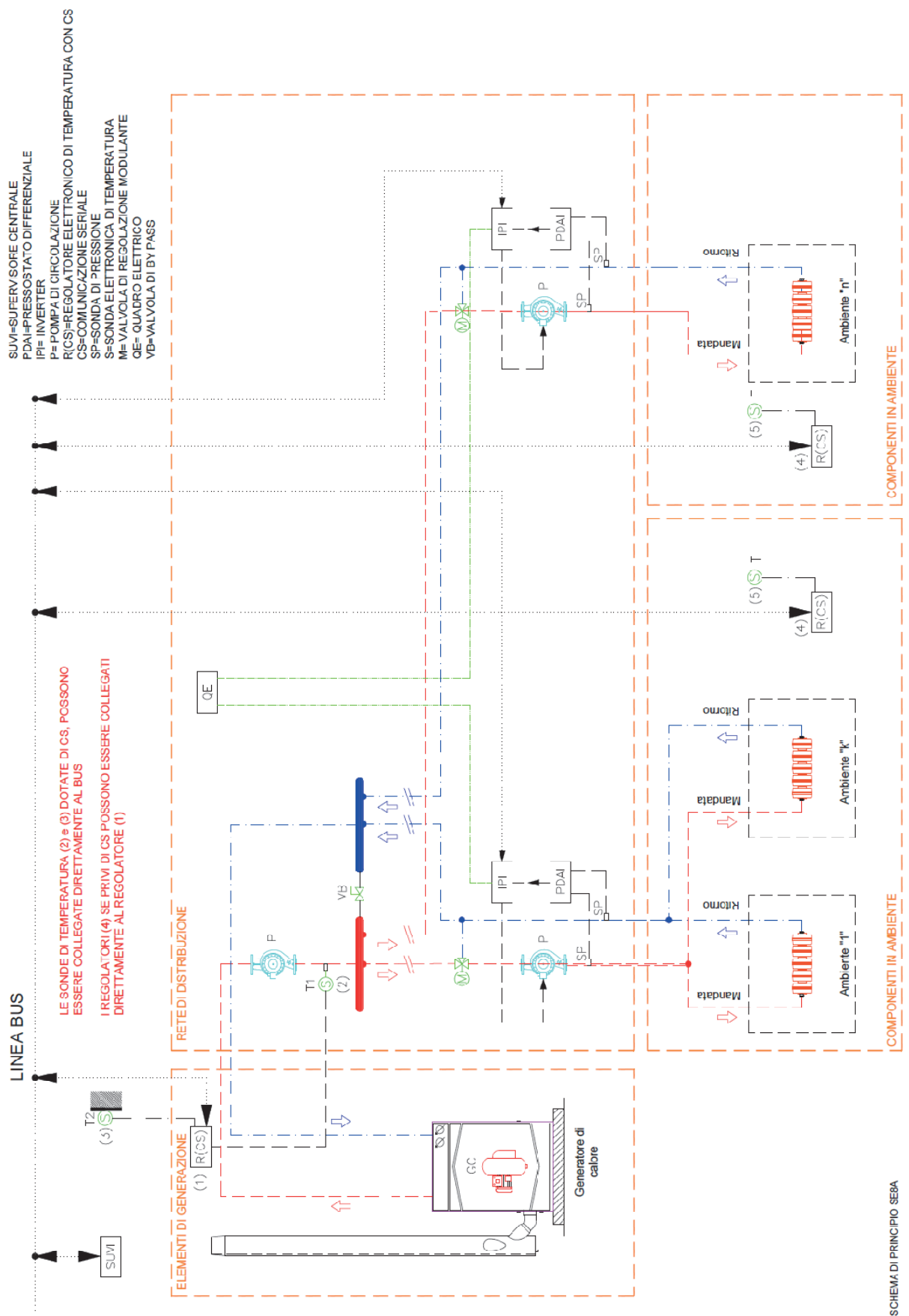
6.2.3 Controllo temperatura acqua nella rete distribuzione

Scheda tecnica SE7C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO TEMPERATURA ACQUA NELLA RETE DI DISTRIBUZIONE	
SE7C	Compensazione con la temperatura esterna
Descrizione La regolazione della temperatura della rete del termovettore è eseguita compensando questa in funzione della temperatura esterna. È la tipica regolazione di un impianto condominiale dove non sono previste sonde d'ambiente. Da calcoli termotecnici si desume la temperatura di mandata verso l'impianto per poter ottenere (mediamente) una temperatura interna degli appartamenti al valore di progetto (e di legge) a 20°C.	
Come si risparmia energia Questa soluzione permette di ridurre le perdite di distribuzione e per funzionamento a carico parziale dell'impianto, permettendo un risparmio energetico.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore elettronico: - apparecchio collegato a una o più sonde di temperatura di temperatura esterna all'edificio
2)	Sensore Temperatura esterna (T2) - sonda di temperatura esterna compatibile con 1)
3)	Sensore temperatura di mandata (T1)
M	Valvola miscelatrice modulante
Funzionamento Il regolatore 1) trasmette al Generatore un segnale in grado di variare la temperatura dell'acqua del riscaldamento in funzione della temperatura esterna misurata da 2). Il sensore di temperatura (3) rileva la temperatura di mandata (T1, variabile controllata).	

Scheda tecnica SE8A

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO TEMPERATURA ACQUA NELLA RETE DISTRIBUZIONE (MANDATA O RITORNO)	
SE8A	Controllo basato sulla richiesta termica
Descrizione La temperatura di mandata impianto è funzione della temperatura esterna (regolazione climatica). Ogni ambiente regola la propria temperatura con il proprio regolatore che agisce sulla rispettiva valvola e pompa. La temperatura del termovettore in ogni ambiente è continuamente modificata ("controllo slittante") in funzione della temperatura esterna e del set point dell'ambiente controllato. La regolazione di temperatura del termovettore in rete è effettuata con una miscelazione della mandata con il ritorno oppure agendo direttamente sulla potenza del bruciatore. La regolazione della temperatura ambiente, corrispondente al set point, può essere quindi ottenuta con una temperatura del termovettore ottimizzata in funzione della temperatura esterna.	
Come si risparmia energia Questa soluzione realizza il massimo risparmio energetico riferibile alla funzione di Controllo della temperatura ambiente, attraverso il controllo della temperatura acqua (mandata o ritorno). Le perdite di distribuzione e per funzionamento a carico parziale dell'impianto sono ridotte al minimo.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore di generazione: - apparecchio dotato di CS e collegato a una o più sonde di temperatura ambiente interno e di temperatura esterna - Uscita CS verso SISTEMA-BUS per controllo mandata acqua calda e coordinamento tra i regolatori.
2)	Sonda T1 mandata in rete (remota): - sonda di temperatura compatibile con 1) - possibile utilizzare una sonda dotata di CS collegata alla Linea-BUS
3)	Sensore Temperatura esterna T2 - sonda di temperatura esterna compatibile con 1) - possibile utilizzare una sonda dotata di CS collegata alla Linea-BUS
4)	Regolatore T ambiente: - apparecchio dotato di CS, collegato a una o più sonde di temperatura ambiente (possibile utilizzare sonde T, dotate di CS e collegate direttamente alla Linea-BUS)
Funzionamento Il regolatore di generazione 1), R: - rileva la temperatura di tutti gli ambienti 4): in ogni ambiente è installato un regolatore di temperatura (R) completo di rispettiva sonda di temperatura integrata o remota; - rileva la temperatura esterna con la sonda 3); - controlla la temperatura di mandata tramite la sonda 2); - regola la temperatura dell'acqua di mandata tramite la propria valvola di miscelazione o agendo direttamente sul bruciatore. Per ogni valore di temperatura esterna (compresa in un intervallo prefissato) si ottiene la temperatura minima dell'acqua calda al radiatore, necessaria a raggiungere il set point impostato nell'ambiente. Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SuVi), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BUS di edificio (si vedano le relative schede tecniche più avanti in questa guida).	



6.2.4 Controllo delle pompe di distribuzione

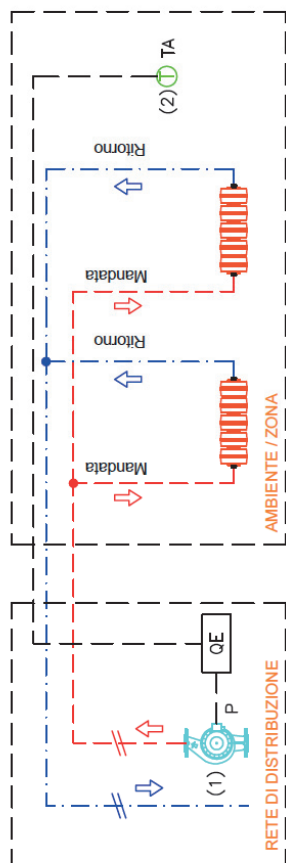
Le pompe che controllano la distribuzione possono essere ubicate vicino al generatore (circuito primario per la mandata in rete) o in ambiente / zona (circuiti di spillamento per la mandata in ambiente /zona).

Per mantenere il funzionamento del generatore a portata costante, evitando così notevoli abbassamenti di rendimento, le pompe secondarie di spinta alle utenze sono installate sugli specifici circuiti di spillamento.

In questo modo possono essere regolate per variare la portata del fluido termovettore in accordo con l'esigenza termica istantanea e quindi garantendo una maggior precisione di controllo e un maggior risparmio dell'energia elettrica motrice.

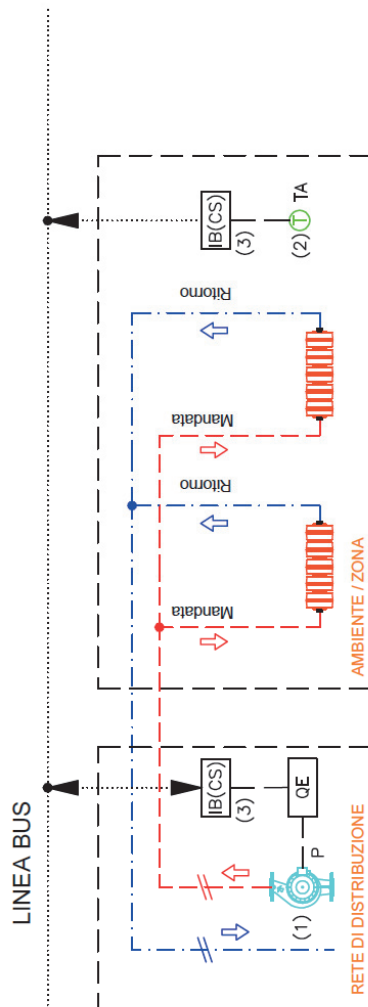
Scheda tecnica SE9C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DELLE POMPE DI DISTRIBUZIONE	
SE9C	Controllo on/off
Descrizione Nelle caldaie compatte la pompa di circolazione è normalmente incorporata. Il controllo on/off avviene in base alla temperatura impostata su un termostato d'ambiente o zona riscaldata, che attiva o interrompe la mandata del fluido termovettore.	
Come si risparmia energia Il risparmio di energia elettrica ausiliaria è proporzionale al tempo di arresto delle pompe che entrano in funzione solo quando necessario, l'inserzione delle quali è comandata da un semplice termostato ambiente.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Pompa: circolatore di termovettore a velocità costante incorporato nella caldaia o esterno
2)	Termostato ambiente o zona
Funzionamento Il termostato ambiente 2) interrompe il funzionamento della pompa quando la temperatura ambiente supera il set point impostato. Il funzionamento riprende quando la temperatura scende sotto il set point.	



P= POMPA DI CIRCOLAZIONE
TA= TERMOSTATO AMBIENTE 0N / OFF
QE= QUADRO ELETTRICO

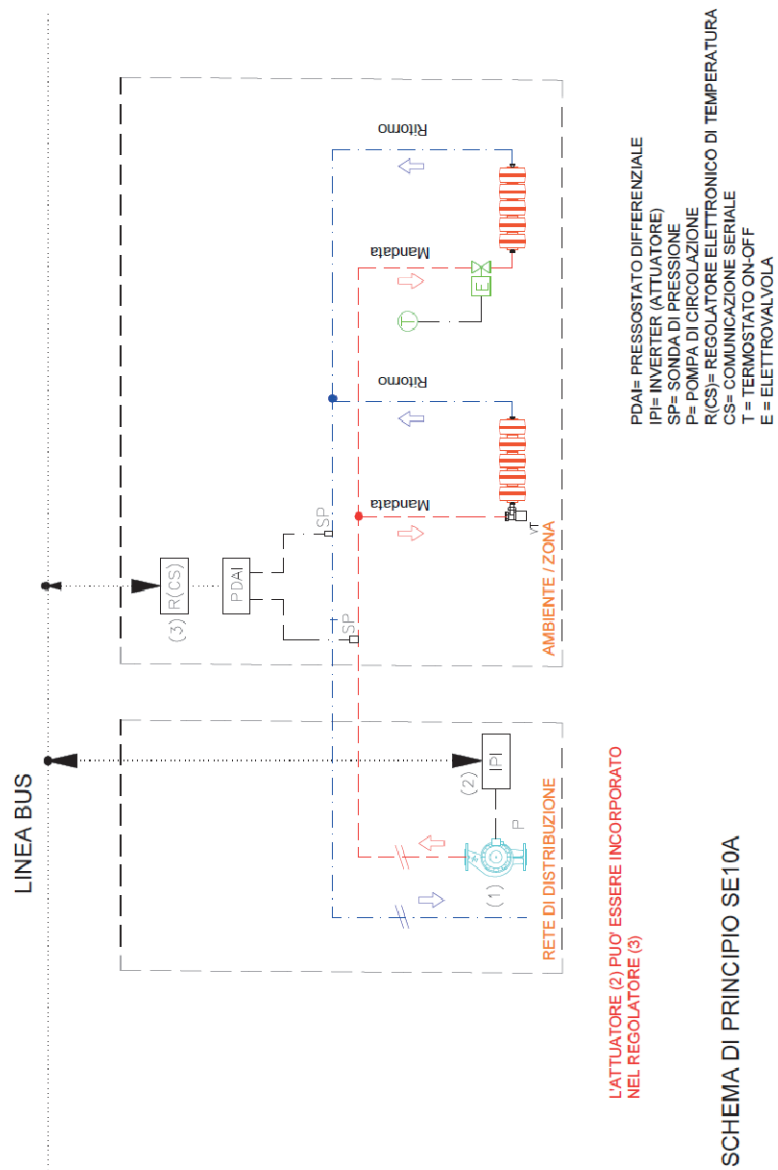
SCHEMA DI PRINCIPIO SE9C



P= POMPA DI CIRCOLAZIONE
TA= TERMOSTATO AMBIENTE 0N / OFF
QE= QUADRO ELETTRICO
IB(CS)= INTERFACCIA BINARIO CON CS
CS= COMUNICAZIONE SERIALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE9C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DELLE POMPE DI DISTRIBUZIONE	
SE10A	Controllo pompe a velocità variabile
Descrizione Una pompa a velocità variabile è in grado di variare la portata del circuito idraulico in cui è installata mediante variazione del numero di giri del motore elettrico grazie all'utilizzo di un variatore di velocità. È così possibile variare la portata adeguandola all'esigenza termica dell'utilizzo a differenza di un circuito con pompa a portata costante dove il 100% del fluido è sempre in circolazione.	
Come si risparmia energia La pompa a velocità variabile consente di seguire le variazioni del carico termico con una quantità di energia minima. La variazione della portata in funzione del carico consente che il tempo di funzionamento a pieno carico della pompa sia molto ridotto e altrettanto ridotto sia il consumo elettrico. Infatti le condizioni di pieno carico si verificano solo durante il periodo di avviamento e in rare occasioni durante il funzionamento normale. La presenza di una portata ridotta rispetto a quella costante permette inoltre di ridurre le dispersioni termiche lungo le tubazioni.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Pompa a velocità variabile.
2)	Attuatore regolatore di velocità in base al messaggio ricevuto dal regolatore 3) (può essere incorporato nella pompa o nel regolatore 3).
3)	Regolatore carico rete / zona / ambiente: invia sulla linea BUS un messaggio comprendente la misura di carico termico / occupazione / tipo di elementi terminali della zona /ambiente controllati.
Funzionamento La parzializzazione delle valvole sui terminali di emissioni (automatica o per mezzo di valvole termostatiche) crea una differenza di pressione transitoria nel circuito di distribuzione. La differenza di pressione che si verifica ai capi della pompa (prevalenza) è letta dal sistema di automazione. La differenza di pressione mandata-ritorno diminuisce al diminuire del carico e la sua velocità (portata) è regolata in modo proporzionale al carico (apertura-chiusura di uno o più circuiti idraulici), consumando minore energia elettrica ausiliaria.	

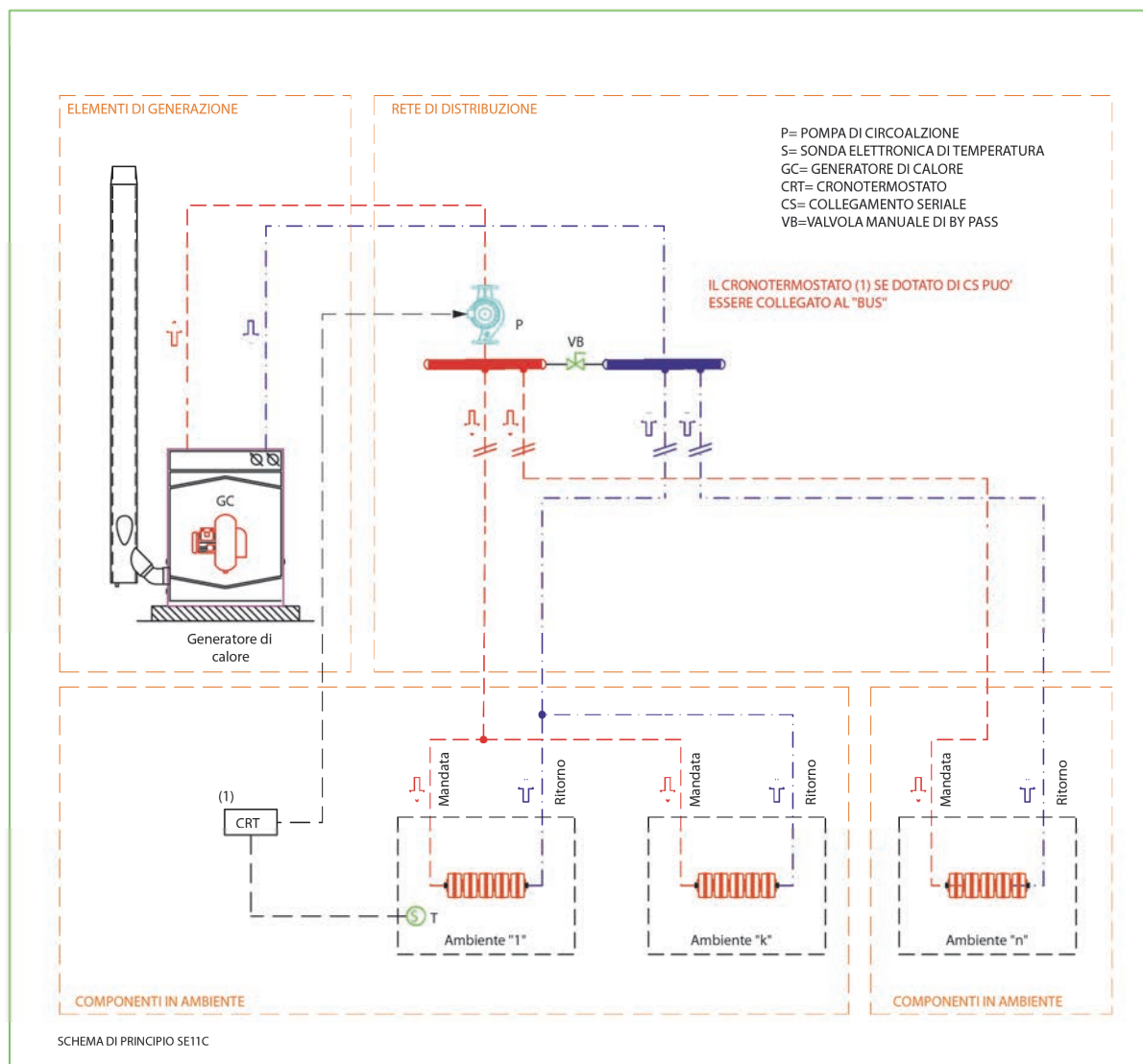


6.2.5 Controllo intermittente dell'emissione e/o distribuzione

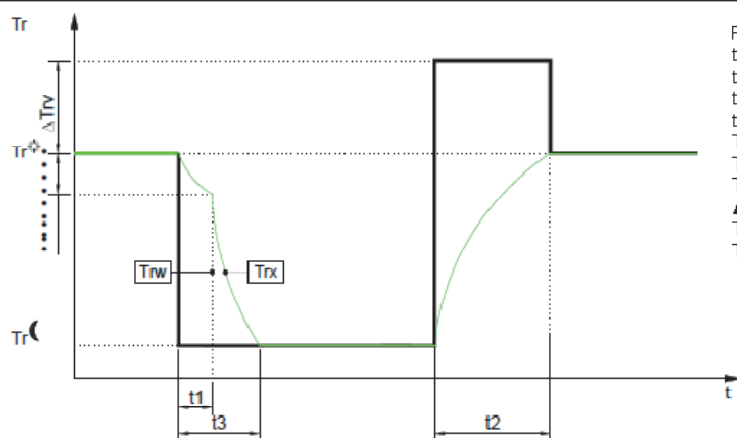
Spesso un solo regolatore, ubicato in un idoneo ambiente utilizzato come riferimento, può controllare diverse zone / ambienti aventi lo stesso profilo di occupazione.

Scheda tecnica SE11C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO INTERMITTENTE DELLA EMISSIONE E/O DISTRIBUZIONE	
SE11C	Controllo automatico con programma orario fisso
Descrizione Il controllo avviene in base al profilo di temperatura e all'orario impostato su un crono-termostato d'ambiente o zona riscaldata in previsione di presenza persone. Non tiene conto dell'effettiva occupazione dei locali / zone e delle variazioni del carico termico.	
Come si risparmia energia Il risparmio di energia, è ottenuto spegnendo il sistema di generazione e distribuzione al di fuori dell'orario "previsto" di utilizzo dei locali, senza però tenere conto delle condizioni reali al contorno quali l'effettiva occupazione dei locali e delle variazioni di carico termico.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Cronotermostato ambiente o zona con impostazione dell'orario di impiego del riscaldamento
Funzionamento Il Cronotermostato 1) misura la temperatura di zona campione (che funge da riferimento per tutti gli ambienti 1),...n)) per mezzo della sonda T e gestisce il funzionamento della generazione in base all'orario ed al relativo set point impostati. La circolazione del termovettore è attivata comandando, ad esempio, la pompa di circolazione (P) quando la temperatura di zona scende sotto il valore prescritto durante l'orario impostato sul crono termostato (previsione di presenza utenti).	

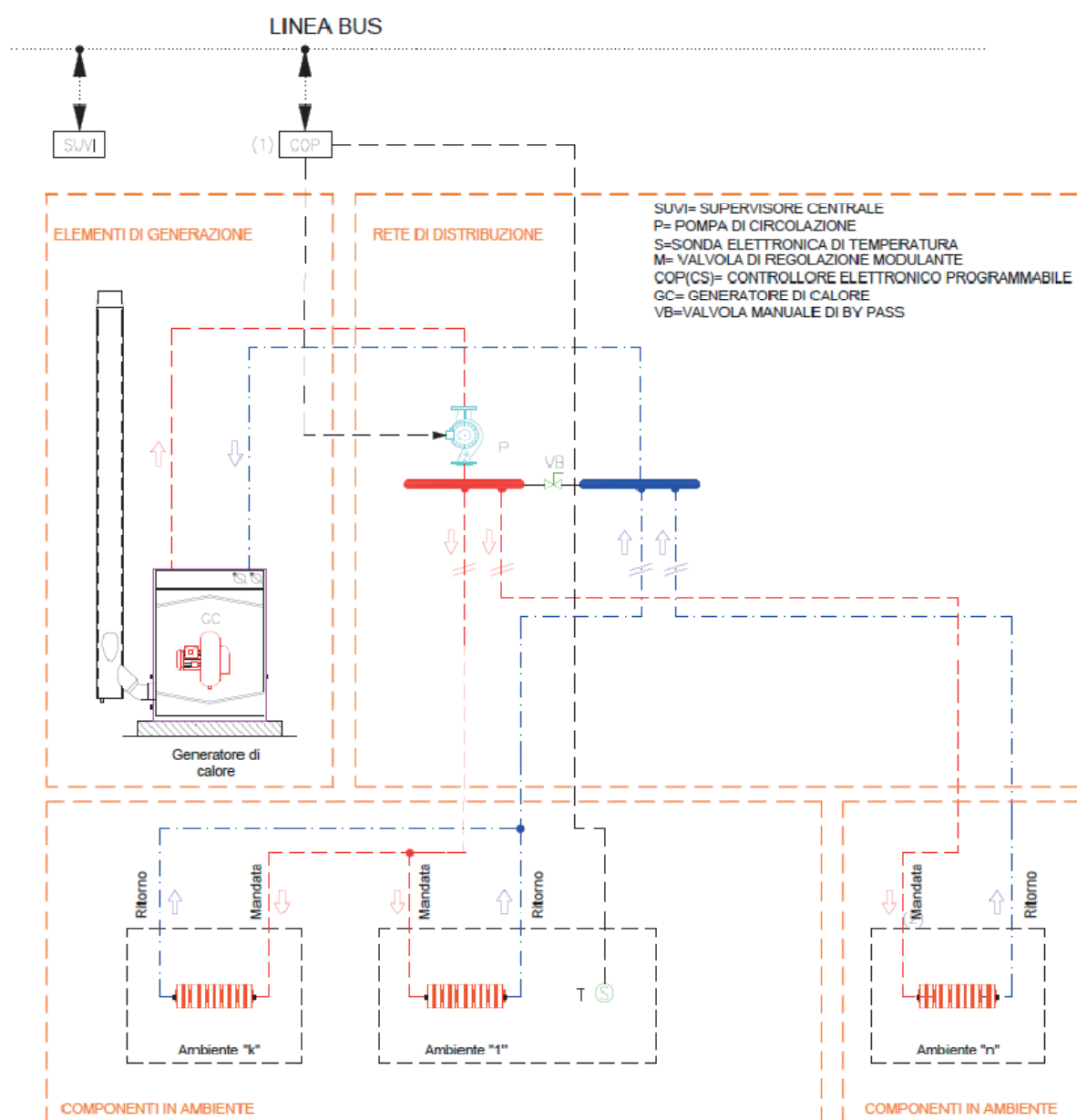


CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO INTERMITTENTE DELLA EMISSIONE E/O DISTRIBUZIONE	
SE12B	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato
Descrizione La partenza e l'arresto ottimizzato sono ottenuti senza l'impiego di dispositivi esterni. Il software utilizza i dati impianto inseriti in fase di avviamento: inerzia ed esposizione edificio, risposta lenta-veloce dei terminali (radiatori, fan-coil, pannelli a pavimento, soffitti radianti ecc). L'obiettivo è di "ottimizzare" la produzione e distribuzione dell'energia senza diminuire il comfort.	
Come si risparmia energia Il risparmio di energia si concretizza, oltre quanto previsto nello schema SE12B, grazie all'interazione resa possibile attraverso il sistema bus, fra sensori e un sistema di supervisione centrale capace di individuare ed applicare la miglior modalità di funzionamento dei diversi componenti in funzione delle condizioni reali al contorno (es.: occupazione dei locali, temperature interne ed esterne, velocità di raggiungimento del set point, etc.). NOTA: è necessario considerare che il potenziale risparmio delle fermate notturne di alcuni impianti non è dovuto all'energia risparmiata dalla fermata delle macchine e dell'impianto, perché tale energia dovrà essere ridata al successivo avviamento, bensì è dovuta alla riduzione del differenziale di temperatura tra interno ed esterno edificio che riduce le perdite. È consigliabile quindi mantenere una temperatura minima denominata "antigelo", specifica di ogni edificio, oltrepassata la quale non è più energeticamente valido mantenere fermi gli impianti perché il dispendio energetico di avviamento il mattino sarebbe tale da non giustificare il risparmio dovuto all'attenuazione della differenza di temperatura tra interno ed esterno.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore di sistema locale/centralizzato su touch screen o PC
Funzionamento Ottimizzazione all'avvio: L'avvio ottimizzato anticipa l'orario di inizio del periodo di comfort in modo che la relativa temperatura richiesta sia raggiunta per l'ora di inizio impostata. L'impostazione dipende dal tipo di impianto controllato, ovvero dal tipo di scambiatori (pannelli a pavimento, radiatori) dal tipo di edificio (massa, isolamento, ecc) e dal tipo di controllo (caldaia, temperatura di mandata). Ottimizzazione all'arresto: L'arresto ottimizzato anticipa l'orario di spegnimento dell'impianto in modo che la relativa temperatura prevista per l'orario di fine periodo di comfort non risulti inferiore (di un certo valore, es. 0,5°C) a quella di setpoint. Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SuVi), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BUS di edificio (si vedano le relative schede tecniche più avanti in questa guida).	



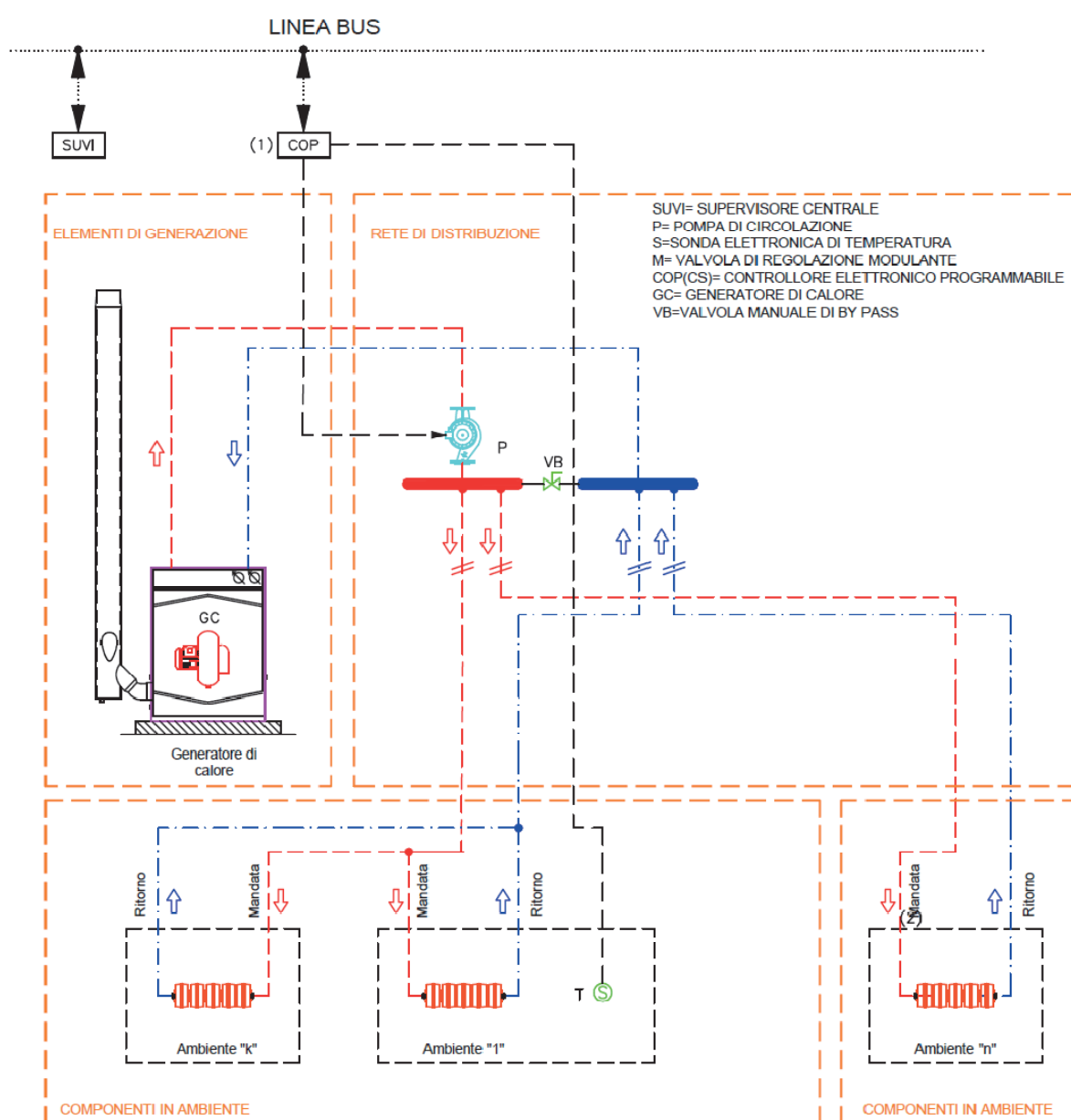
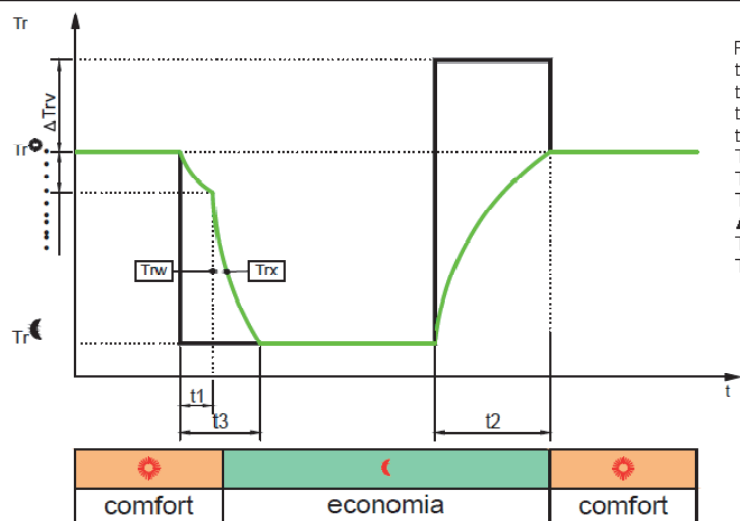
PROGRAMMA RISCALDAMENTO

t tempo
 $t1$ anticipo riduzione setpoint $0,5^\circ C$ temperatura
 $t2$ anticipo per regime innalzamento temperatura
 $t3$ abbassamento rapido della temperatura
 Trw setpoint
 Trw' setpoint temperatura ambiente comfort
 Trw'' setpoint temperatura ambiente economia
 ΔTrw setpoint boost (solo con boost heating)
 Trx valore attuale
 Tr temperatura ambiente



SCHEMA DI PRINCIPIO SE128

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO INTERMITTENTE DELLA EMISSIONE E/O DISTRIBUZIONE	
SE13A	Controllo automatico con calcolo della richiesta termica
Descrizione La partenza e l'arresto ottimizzato sono ottenuti dinamicamente mediante un software ed un database. Tale software storicizza i dati di orario di avviamento, di temperatura esterna e interna che esso stesso arbitrariamente decide e successivamente corregge in base ai risultati ottenuti e mediante un processo iterativo si avvicina per approssimazione successiva ai dati di impianto e di edificio, fino a raggiungere un'altissima precisione nel calcolo dell'orario di avviamento e di fermata degli impianti, specifici per quel giorno, per quell'unico tipo di edificio e a quell'orario di occupazione, parametri questi che non possono essere determinati analiticamente e che sono specifici per ogni tipo di impianto.	
Come si risparmia energia Questa funzione definita di "Autoapprendimento" perché in grado di auto configurarsi, richiede unicamente l'impostazione della temperatura interna e dell'orario a cui questa deve essere raggiunta. Il risparmio è garantito perché una funzione di questo tipo assicura che l'impiego energetico sia esattamente commisurato alla richiesta, ivi includendo le perturbazioni dovute a tutte le costanti di tempo in gioco ed alla trasmissione del calore (fattori che normalmente rendono un difficoltoso procedimento di tipo analitico).	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore di sistema locale/centralizzato su touch screen o PC completo di funzione di autoapprendimento.
Funzionamento Ottimizzazione all'avvio: L'avvio ottimizzato anticipa l'orario di inizio del periodo di comfort in modo che la relativa temperatura richiesta sia raggiunta per l'ora di inizio prevista. La configurazione del controller è automatica e dipende dal tipo di impianto controllato, ovvero dal tipo di scambiatori (pannelli a pavimento, radiatori) dal tipo di edificio (massa, isolamento, ecc) e dal tipo di controllo (caldaia, temperatura di mandata). Ottimizzazione all'arresto: L'arresto ottimizzato anticipa l'orario di spegnimento dell'impianto in modo che la relativa temperatura prevista per l'orario di fine periodo di comodità non risulti inferiore (di un certo valore, es. 0,5°C) a quella di setpoint. Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SuVi), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BUS di edificio.	



SCHEMA DI PRINCIPIO SE13A

6.2.6 Controllo dei generatori a combustione o del teleriscaldamento

Scheda tecnica SE14A

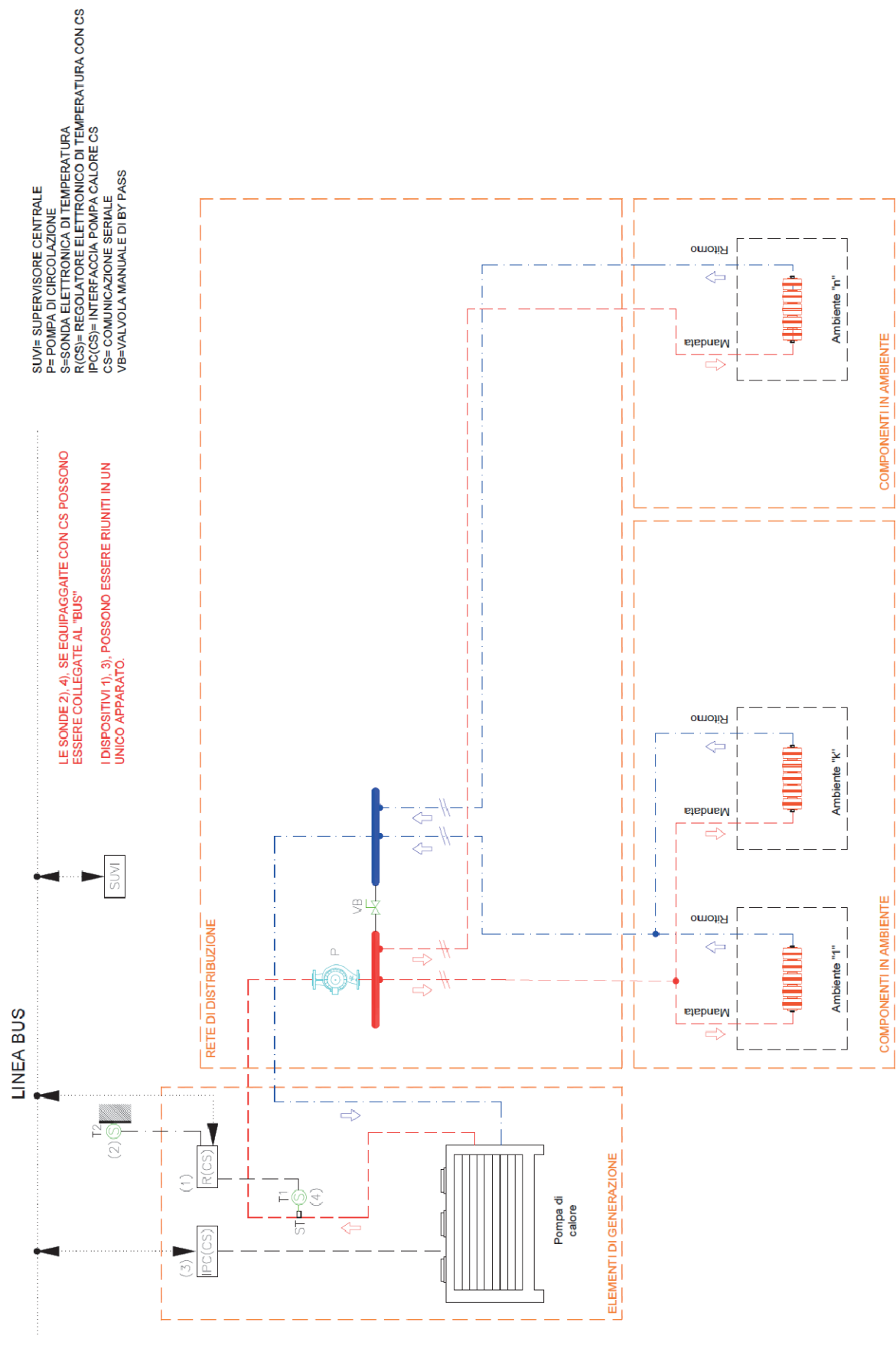
CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DEI GENERATORI A COMBUSTIONE O DEL TELERISCALDAMENTO	
SE14A	Temperatura termovettore variabile in dipendenza da quella esterna
Descrizione Si effettua la regolazione della temperatura del termovettore con compensazione in funzione della temperatura esterna.	
Come si risparmia energia Il funzionamento discontinuo dei generatori provoca una riduzione del rendimento degli stessi a causa del necessario raggiungimento della temperatura ottimale della camera di combustione. È quindi consigliabile in questi casi avvalersi di un bruciatore a modulazione di fiamma che permette la parzializzazione (a ragionevoli valori di rendimento). La regolazione del calore prodotto dal generatore nelle modalità definite nella precedente descrizione permette quindi di ridurre notevolmente le perdite di energia nella rete di distribuzione.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
1)	Regolatore elettronico: - apparecchio dotato di comunicazione seriale - ingressi: riceve il segnale da una o più sonde di temperatura esterna all'edificio (2) e dalla sonda di temperatura di mandata (4) - uscita: regolazione del produttore di calore per riduzione della temperatura termovettore, tramite interfaccia bruciatore (3).
2)	Sensore Temperatura esterna (T2) - sonda di temperatura esterna compatibile con 1)
3)	Interfaccia bruciatore - in base al segnale ricevuto da 1) tramite "bus" regola la produzione di calore agendo sul bruciatore del generatore
4)	Sensore temperatura di mandata (T1) - sonda di temperatura compatibile con 1)
Funzionamento Il regolatore 1) trasmette all'interfaccia bruciatore della caldaia 3) un segnale in grado di variare la generazione di calore in funzione della temperatura esterna misurata per mezzo della sonda 2). Il sensore di temperatura 4) rileva la temperatura di mandata T1 (variabile controllata). Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore e centrale per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BUS di edificio. Lo schema di colore verde si riferisce al caso in cui non sia presente in loco un generatore di calore e in luogo di questo venga usato il teleriscaldamento.	

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DEI GENERATORI A COMBUSTIONE O DEL TELERISCALDAMENTO	
SE15A	Temperatura variabile in dipendenza dal carico
Descrizione Si effettua la regolazione della temperatura di mandata del termovettore a livello di generatore in funzione del carico termico, tenendo conto della temperatura rilevata negli ambienti controllati.	
Come si risparmia energia Il funzionamento discontinuo dei generatori provoca una riduzione del rendimento degli stessi a causa del necessario raggiungimento della temperatura ottimale della camera di combustione. È quindi consigliabile in questi casi avvalersi di un bruciatore a modulazione di fiamma che permette la parzializzazione (a ragionevoli valori di rendimento). La regolazione del calore prodotto dal generatore nelle modalità definite nella precedente descrizione permette quindi di ridurre notevolmente le perdite di energia nella rete di distribuzione.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore del generatore: - ingresso di segnale da tutti gli ambienti per la regolazione della temperatura dell'acqua di mandata in funzione della richiesta delle sonde T1-...-Tn e dei set point ambiente - uscita: regolazione del generatore di calore
2) 2n)	Regolatore elettronico ambiente: - regolatore dotato di sonda temperatura ambiente integrata o remota S; - regola la temperatura richiesta nell'ambiente variando la miscelazione mandata-ritorno ambiente tramite valvola e pompa; - regola la temperatura del termovettore in caldaia tramite il regolatore 1)
Funzionamento Ogni regolatore 2),...,2n) trasmette tramite "bus" al regolatore del generatore 1) un segnale in grado di far variare la temperatura del termovettore in funzione della temperatura ambiente misurata, del set point e del tipo di utenza locale (ad es. radiatori = temperatura alta, pannelli = temperatura bassa). Il regolatore 1) controlla il generatore (caldaia) in funzione delle diverse richieste dei regolatori 2),...,2n) e predispone conseguentemente la temperatura del termovettore. Questo sistema implica necessariamente una comunicazione tra regolatori in campo e regolatore di caldaia. Ogni regolatore 2) ,...,2n) controlla l'elettrovalvola di miscelazione e la pompa locale per consentire la temperatura di set point richiesta in ogni ambiente (regolazione locale indipendente dalle temperature degli altri ambienti). Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SUVI), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BUS di edificio.	

6.2.7 Controllo del generatore per pompe di calore

Scheda tecnica SE16B

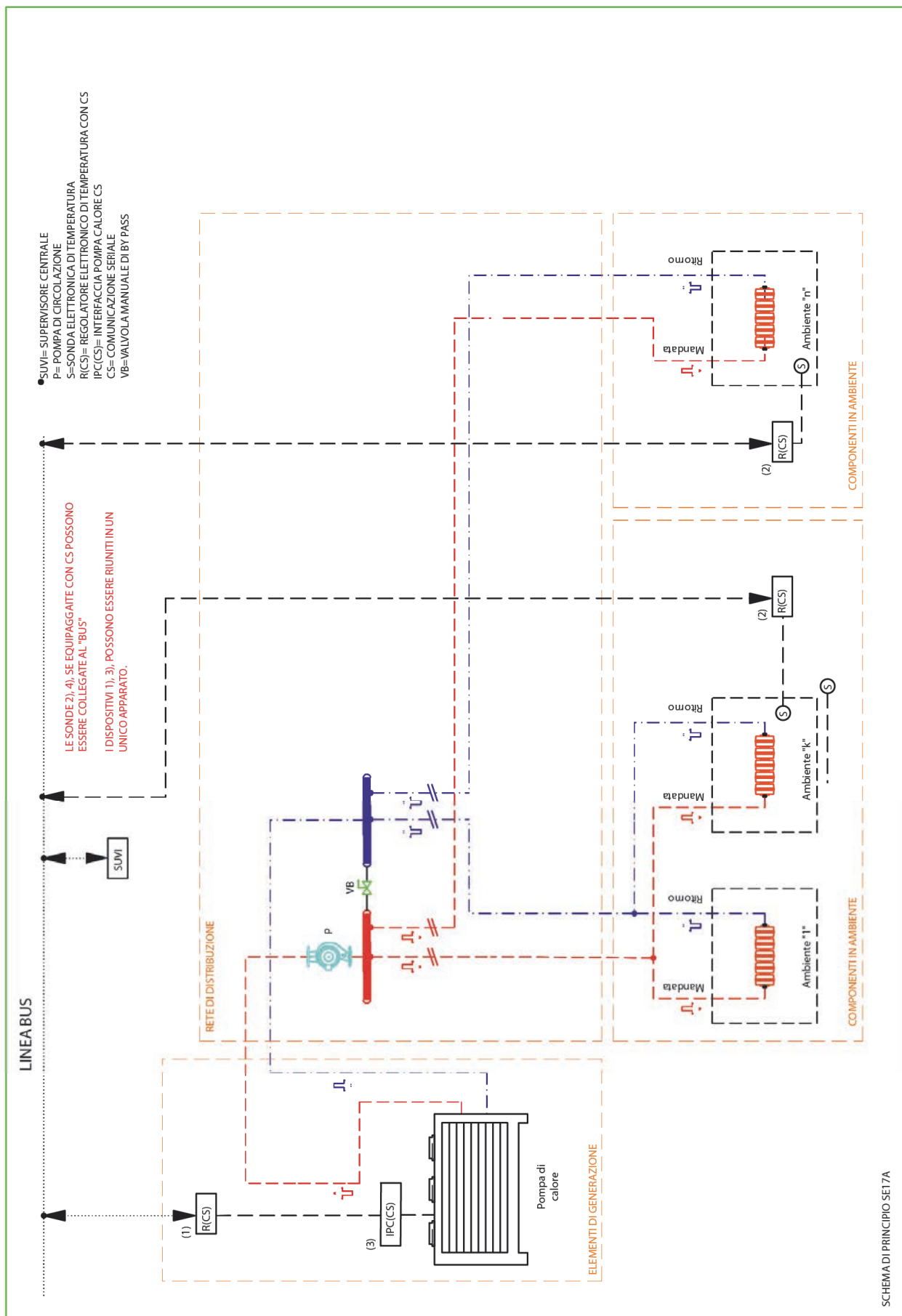
CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DEL GENERATORE A POMPA DI CALORE	
SE16B	Temperatura termovettore variabile in dipendenza da quella esterna
Descrizione Si effettua la regolazione della temperatura del termovettore con compensazione in funzione della temperatura esterna.	
Come si risparmia energia Il funzionamento discontinuo dei generatori provoca una riduzione del rendimento degli stessi a causa del necessario raggiungimento delle condizioni ottimali di efficienza del gruppo frigorifero a pompa di calore. La parzializzazione di questo tipo di generatore presenta problemi più consistenti se raffrontati con quelli delle caldaie e diventa più instabile se la temperatura del termovettore si basa sul valore della temperatura esterna. Le macchine di questo tipo sono difficilmente modulabili nella loro emissione energetica che comunque rimane più vicina ad un funzionamento a gradini parzializzabili che non ad una vera e propria modulazione. Ciò detto, la regolazione del calore prodotto dal generatore nelle modalità definite nella precedente descrizione permette quindi di ridurre notevolmente le perdite di energia nella rete di distribuzione.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
1)	Regolatore elettronico: - apparecchio dotato di CS - ingressi: riceve il segnale da una o più sonde di temperatura esterna all'edificio (2) e dalla sonda di temperatura di mandata (4) - uscita: regolazione del produttore di calore per riduzione della temperatura termovettore, tramite Interfaccia pompa di calore (3).
2)	Sensore Temperatura esterna (T2) - sonda di temperatura esterna compatibile con 1)
3)	Interfaccia pompa di calore - in base al segnale ricevuto da 1) tramite "bus" regola la produzione di calore agendo sulla pompa di calore
4)	Sensore temperatura di mandata (T1) - sonda di temperatura compatibile con 1)



SCHEMA DI PRINCIPIO SE16B

Scheda tecnica SE17A

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO DEI GENERATORI A POMPA DI CALORE	
SE17A	Temperatura termovettore variabile in dipendenza del carico o della richiesta
Descrizione Si effettua la regolazione della temperatura del termovettore di mandata in funzione del carico termico in base alla temperatura rilevata negli ambienti controllati	
Come si risparmia energia Il funzionamento discontinuo dei generatori provoca una riduzione del rendimento degli stessi a causa del necessario raggiungimento delle condizioni ottimali di efficienza del gruppo frigorifero a pompa di calore. La parzializzazione di questo tipo di generatore presenta problemi più consistenti se raffrontati con quelli delle caldaie e diventa più instabile se la temperatura del termovettore si basa sul valore della temperatura esterna. Le macchine di questo tipo sono difficilmente modulabili nella loro emissione energetica che comunque rimane più vicina ad un funzionamento a gradini parzializzabili che non ad una vera e propria modulazione. Ciò detto, la regolazione del calore prodotto dal generatore in base alla richiesta termica rilevata dalla strumentazione ambiente e trasmessa via comunicazione su bus seriale, nelle modalità definite nella precedente descrizione, permette di ridurre notevolmente le perdite di energia nella rete di distribuzione.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
1)	Regolatore elettronico: - apparecchio dotato di CS - ingressi: riceve il segnale da una o più sonde di temperatura ambiente all'edificio (2) - uscita: regolazione della pompa di calore di calore per controllo della temperatura termovettore di mandata tramite Interfaccia seriale.
3)	Interfaccia seriale pompa di calore - in base al segnale ricevuto da 1) tramite "bus" regola la produzione di calore agendo sul controllo di capacità
2)	Sensori temperatura ambiente (S1) - sonda di temperatura ambiente compatibile con 1)

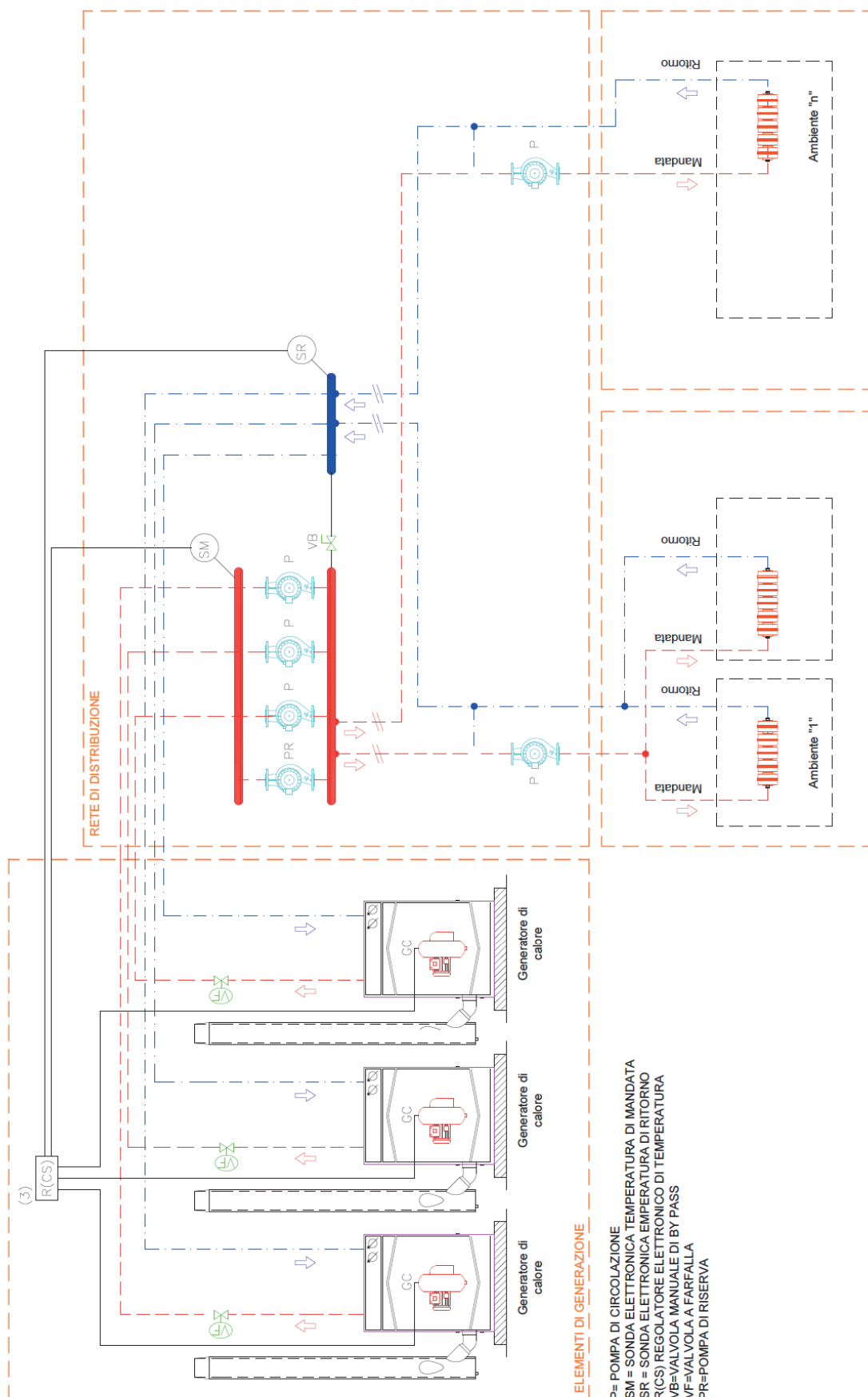


SCHEMA DI PRINCIPIO SET 7A

6.2.8 Controllo sequenziale di differenti generatori

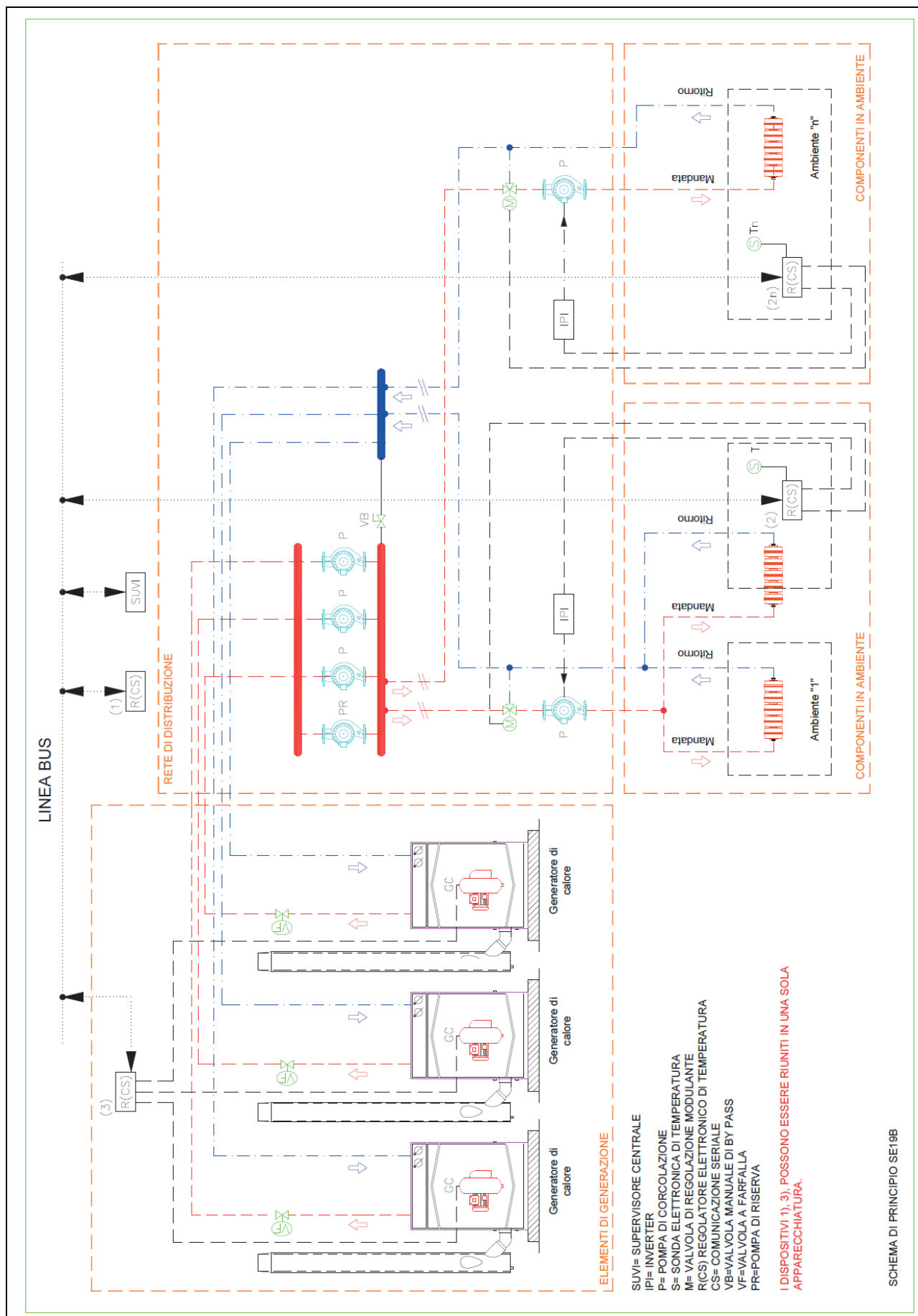
Scheda tecnica SE18C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO SEQUENZIALE DI DIFFERENTI GENERATORI	
SE18C	Priorità basate solo sui carichi
Descrizione Questa regolazione è utilizzata quando sono presenti più moduli di generazione che possono essere spenti o accesi singolarmente per adattare la produzione d'energia al carico termico.	
Come si risparmia energia La suddivisione del carico termico su più generatori risulta certamente più efficiente dell'impiego di un solo generatore di potenza pari alla somma dei singoli in caso di carichi variabili. Tale impiego più efficiente comporta quindi risparmi di energia. In particolare, all'aumentare della richiesta di carico complessivo: la produzione istantanea di calore può essere adattata più precisamente al carico termico richiesto; i generatori lavorano attorno ad un range di carico parziale più efficiente. La misura della differenza di temperatura tra mandata e ritorno indica la potenza termica e quindi l'energia in transito verso le utenze. Mantenendo costante tale differenza, si ottiene la modulazione dei generatori e l'adeguamento della produzione termica istantanea all'effettiva esigenza del carico.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
S	Sonde di Temperatura a immersione: - SM = temperatura di mandata. - SR = temperatura di ritorno
3 R(CS)	Regolatore di cascata - Ingresso di segnale da sonda mandata e ritorno per valutazione della differenza di temperatura il suo mantenimento mediante inserimento / disinserimento dei generatori G1,G2..Gn, con priorità di minima potenza soddisfacente il carico termico.
Funzionamento Il regolatore 3) riceve dalle sonde S il valore di temperatura della mandata e del ritorno del fluido termovettore . La differenza di queste due variabili viene impostata come set point del regolatore di cascata 3) il cui compito è quello del mantenimento costante di tale differenza, mediante controllo della potenzialità termica del complesso di generatori in cascata. In dipendenza dal tipo di installazione e dal tipo di generatori adottato, il regolatore farà in modo che siano rispettate le seguenti regole di funzionamento: - se i generatori hanno potenza diversa inserisce il generatore di potenza più vicina alla richiesta; - se i generatori hanno la stessa potenza esegue una sequenza di inserimento pre-impostata per minimizzare il numero di generatori inseriti. - in base alle indicazioni del costruttore, il numero di avviamenti/ora non deve superare il valore specificato - un generatore deve essere avviato/fermato il minor numero di volte possibile E' altresì necessario impostare il complesso regolante in modo da portare i generatori a funzionare nell'intorno dei ¾ di carico dove si verificano le condizioni di maggior rendimento delle macchine. La presenza delle valvole motorizzate a farfalla VF per l'isolamento idraulico di un generatore fermo si rende necessaria per evitare che l'acqua calda prodotta dagli altri generatori percorra il fascio tubiero di uno fermo, scambiando con il camino e quindi disperdendo energia.	

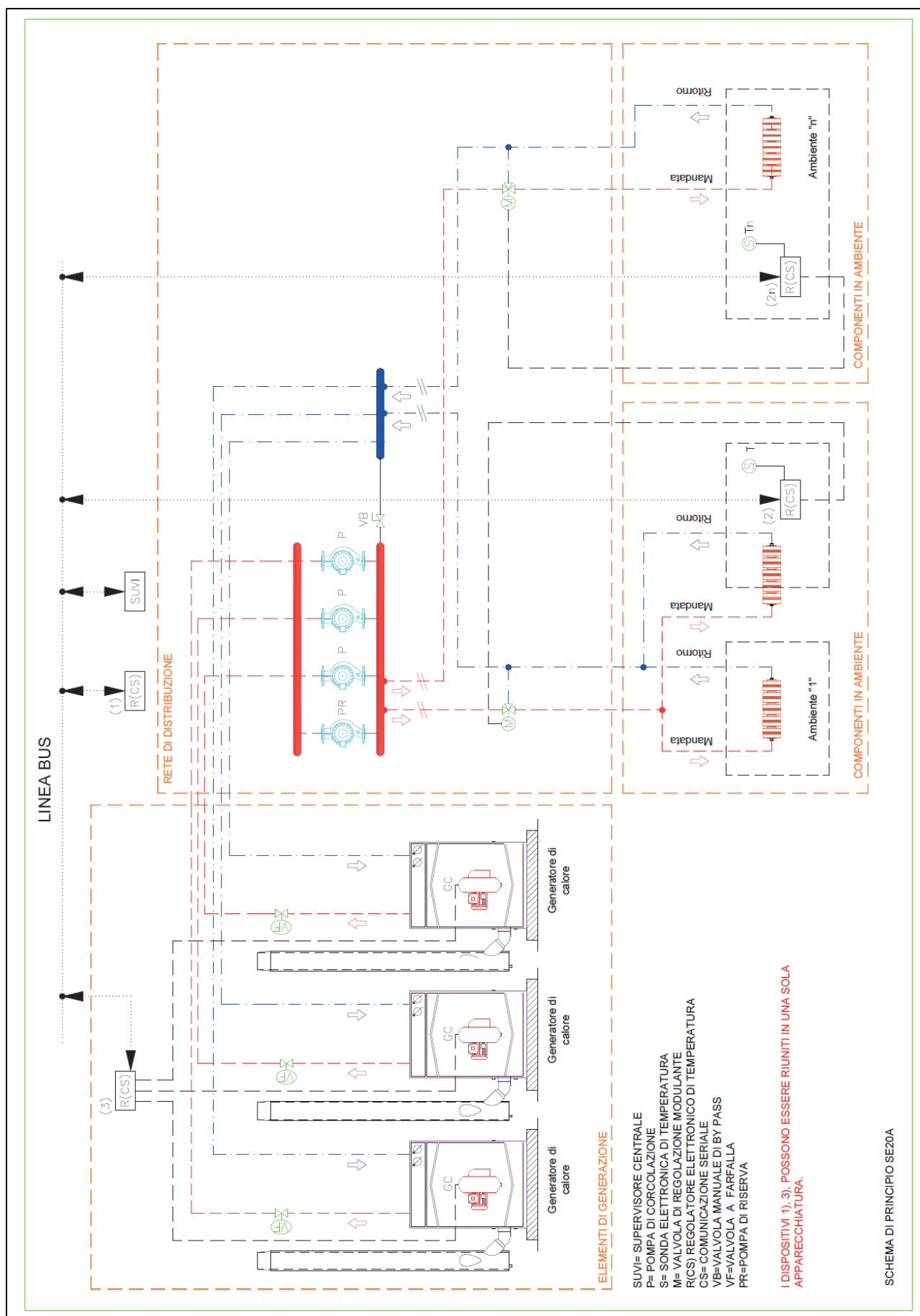


SCHEMA DI PRINCIPIO SE18C

CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO SEQUENZIALE DI DIFFERENTI GENERATORI	
SE19B	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta termica
Descrizione Questa regolazione è utilizzata quando sono presenti più moduli di generazione che possono essere spenti o accesi singolarmente per adattare la produzione d'energia al carico termico.	
Come si risparmia energia La suddivisione del carico termico su più generatori risulta certamente più efficiente dell'impiego di un solo generatore di potenza pari alla somma dei singoli in caso di carichi variabili. Tale impiego più efficiente comporta quindi risparmi di energia. In particolare, all'aumentare della richiesta di carico complessivo: la produzione istantanea di calore può essere adattata più precisamente al carico termico richiesto; i generatori lavorano attorno ad un range di carico parziale più efficiente.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore della generazione: - ingresso di segnale da tutti i regolatori degli ambienti per la definizione della temperatura dell'acqua di mandata in funzione della richiesta delle sonde ambiente S dei set point ambiente. - uscita: regolazione del generatore di calore
2) 2n)	Regolatore elettronico ambiente: - regolatore dotato di sonda temperatura ambiente integrata o remota S - regola la temperatura richiesta nell'ambiente variando la miscelazione mandata-ritorno ambiente tramite valvola e pompa locali; - regola la temperatura del termovettore in caldaia tramite il regolatore 1)
3)	Regolatore di cascata - ingresso di segnale da 1) per la l'inserimento / disinserimento dei generatori G1,G2..Gn, con priorità di minima potenza soddisfacente il carico termico.
Funzionamento Il regolatore 1) trasmette al regolatore di cascata 3) tramite bus la richiesta di carico totale corrispondente al valore richiesto dai regolatori 2)...2n) propri degli ambienti. Tale segnale è elaborato dal regolatore di cascata 3) che inserisce i generatori in base alla loro potenza con, ad esempio, le seguenti modalità: - se i generatori hanno potenza diversa inserisce il generatore di potenza più vicina alla richiesta; - se i generatori hanno la stessa potenza esegue una sequenza di inserimento pre-impostata per minimizzare il numero di generatori inseriti. Ogni regolatore d'ambiente 2) ,...,2n) controlla l'elettrovalvola di miscelazione e la pompa locale per soddisfare la temperatura di set point richiesta in ogni ambiente (regolazione locale indipendente delle temperature degli altri ambienti). Nello schema è visualizzato un eventuale supervisore centrale (SUVI), per il monitoraggio e/o la gestione del sistema BUS di edificio.	



CONTROLLO RISCALDAMENTO	
CONTROLLO SEQUENZIALE DI DIFFERENTI GENERATORI	
SE20A	Priorità basate sull'efficienza dei generatori
Descrizione Regolazione utilizzata quando sono presenti più moduli di generazione che possono essere spenti o inseriti singolarmente per adattare la produzione d'energia al carico termico (funzione della temperatura ambiente e del set point in ogni ambiente o zona da controllare).	
Come si risparmia energia La suddivisione del carico termico su più generatori risulta certamente più efficiente dell'impiego di un solo generatore di potenza pari alla somma dei singoli in caso di carichi variabili (come generalmente avviene negli impianti di riscaldamento). In aggiunta al controllo proposto nella scheda SE19B, il regolatore di cascata tiene conto delle eventuali differenze di efficienza dei diversi generatori presenti (caldaie a metano, a biomassa, scambiatori geotermici, pompe di calore, ecc.) inserendoli in sequenza secondo la priorità basata sull'efficienza. Attraverso questa configurazione di controllo si realizza la massima efficienza di impiego dei moduli produttori di calore, ottenendo il massimo risparmio di energia.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore della generazione: - ingresso di segnale da tutti i regolatori degli ambienti per la definizione della temperatura dell'acqua di mandata del gruppo di generazione in funzione della richiesta delle sonde T1...-Tn e dei set point ambiente - Uscita: regolazione del generatore di calore
2) 2n)	Regolatore elettronico ambiente: - regolatore dotato di sonda temperatura ambiente integrata o remota S; - regola la temperatura richiesta nell'ambiente variando la miscelazione mandata-ritorno ambiente tramite valvola e pompa locali; - regola la temperatura del termovettore in caldaia tramite il regolatore 1)
3)	Regolatore di cascata - ingresso di segnale da 1) per l'inserimento / disinserimento dei generatori G1,G2..Gn, con priorità di minima potenza e massima efficienza del modulo generatore al fine di soddisfare il carico termico totale.
Funzionamento Il criterio di inserimento si basa sull'efficienza dei generatori: sono inseriti prioritariamente i generatori più efficienti e con la potenza più piccola richiesta dal carico. Il regolatore 1) trasmette al regolatore di cascata 3) tramite bus la richiesta di carico totale corrispondente al valore richiesto dai regolatori 2)...-2n) propri degli ambienti. Tale segnale è elaborato dal regolatore di cascata 3) per inserisce prioritariamente i generatori di efficienza più elevata e potenza più vicina a quella richiesta dal carico totale. Le regolazioni locali delle valvole di miscelazione e delle pompe permettono di ottenere la temperatura di set point in ogni zona/ambiente indipendentemente da quella di altri ambienti.	



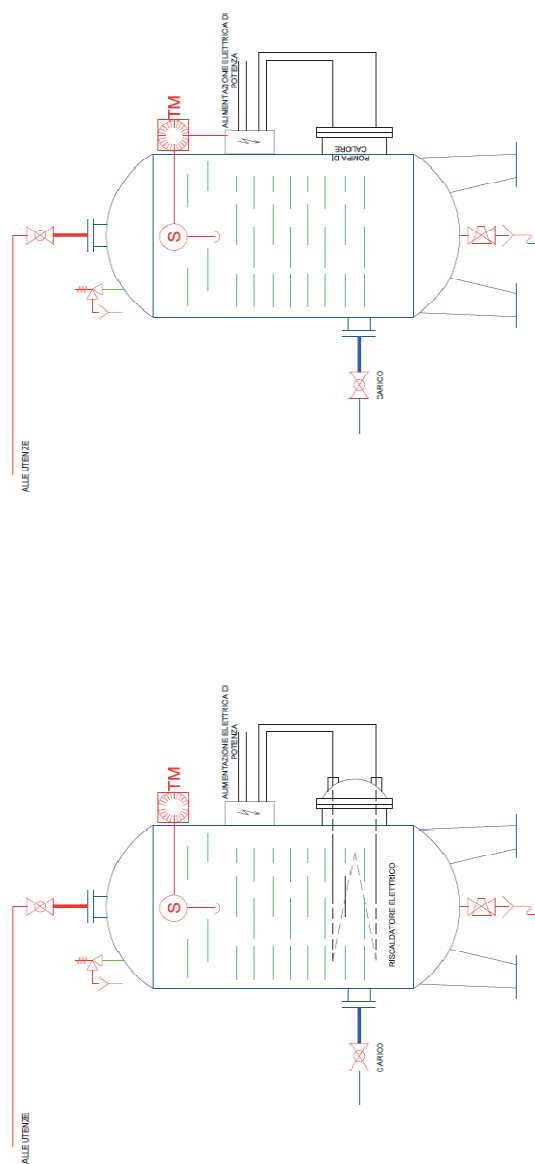
6.3 Controllo Acqua Calda Sanitaria

6.3.1 Controllo della temperatura nel serbatoio con integrazione di differenti generatori

Scheda tecnica SE21C

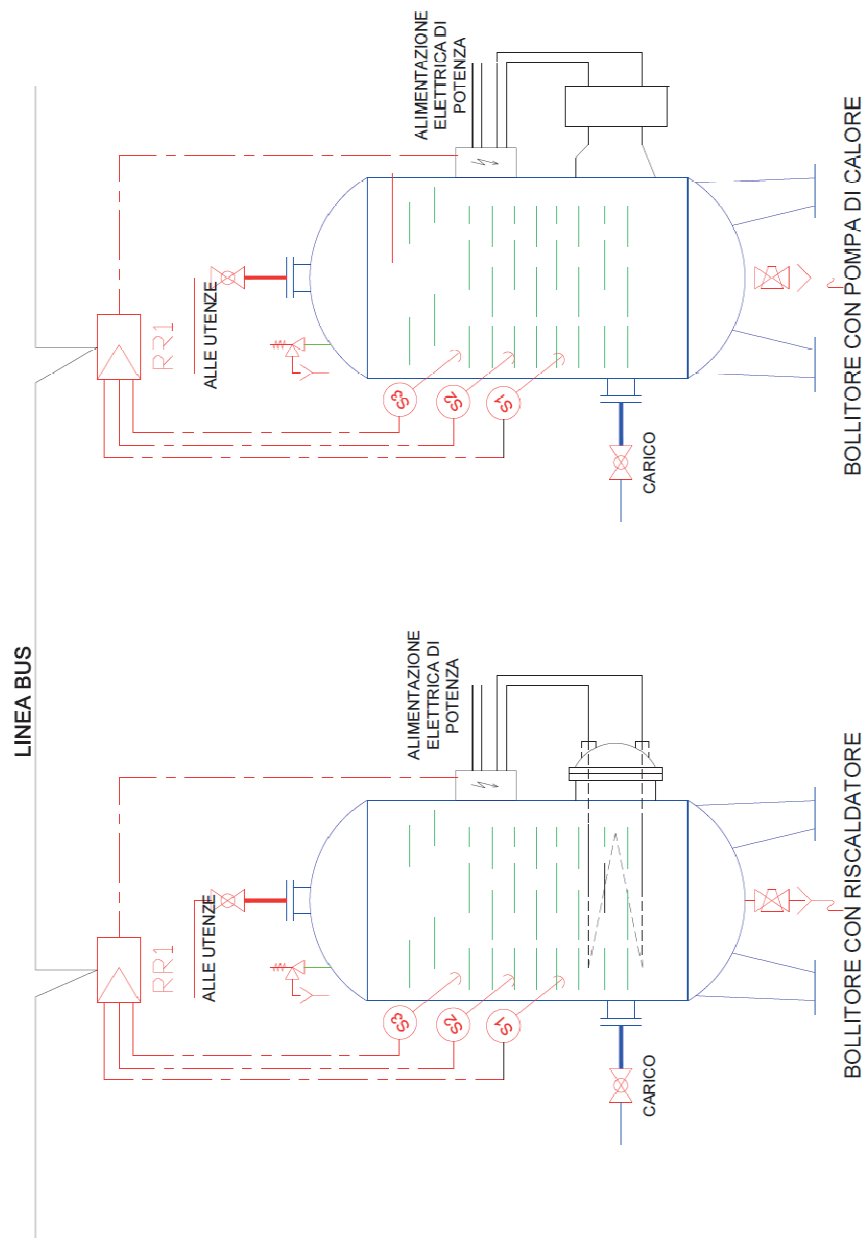
CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI ACCUMULO MEDIANTE RISCALDATORE ELETTRICO INTEGRATO O POMPA DI CALORE	
SE21C	Regolazione automatica ON/OFF della temperatura di accumulo e programma orario.
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserimento di un riscaldatore elettrico o di pompa di calore secondo la dotazione del bollitore. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione, ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dal valore della temperatura di accumulo impostata; nell'esempio impiantistico riportato alla pagina successiva questo coincide con la temperatura inviata alle utenze. È buona norma impostare questo valore a 48°C, le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di un'eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
T	Termostato ON/OFF: - apparecchio dotato di contatto SPDT e gambo lungo in funzione della dimensione del bollitore - regolazione ON/OFF della pompa di calore o del riscaldatore elettrico sotto consenso orario del timer TM.
TM	Timer (orologio) Programmatore Giornaliero/Settimanale
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserimento del riscaldatore elettrico o della pompa di calore secondo la dotazione del bollitore.	

S= Sonda elettronica di temperatura
TM=TIMER PROGRAMMATORE



SCHEMA DI PRINCIPIO SE21C

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI ACCUMULO MEDIANTE RISCALDATORE ELETTRICO INTEGRATO O POMPA DI CALORE.	
SE22A	Regolazione automatica ON/OFF della temperatura di accumulo con programma orario. Gestione con sensori multipli.
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione di un riscaldatore elettrico o di pompa di calore secondo la dotazione del bollitore. La regolazione avviene mediante rilievo della temperatura media di accumulo, previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione, ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo solo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dalla misura della temperatura media di accumulo che avviene mediante l'impiego di sonde multiple installate a differenti altezze del bollitore. Specialmente durante i periodi di inattività, all'interno del bollitore avviene una stratificazione per cui la distribuzione della temperatura non è costante al variare dell'altezza del serbatoio. L'impiego di più sonde permette al sistema di controllo di calcolare il valore medio della temperatura e di gestire al meglio l'accumulo. È buona norma impostare il sistema di regolazione per una temperatura di massimo valore pari a 48°C, le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di una eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S 1/2/3	Sonde di temperatura a immersione complete di pozzetto e gambo di lunghezza adeguata a seconda della dimensione del bollitore.
RR1	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio il calcolo del valor medio. Questo regolatore dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi/gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento della produzione di acqua calda sanitaria.
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria definita nel regolatore RR1, il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante rilievo del suo valor medio. Ciò è reso possibile grazie all'impiego di più sonde. La regolazione avviene mediante controllo ON/OFF inserzione/disinserzione del riscaldatore elettrico o della pompa di calore secondo la dotazione del bollitore.	



S 1/2/3: SONDE DI TEMPERATURA A IMMERSIONE
RR1: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE22A

6.3.2 Controllo della temperatura nel serbatoio usando generatori di calore

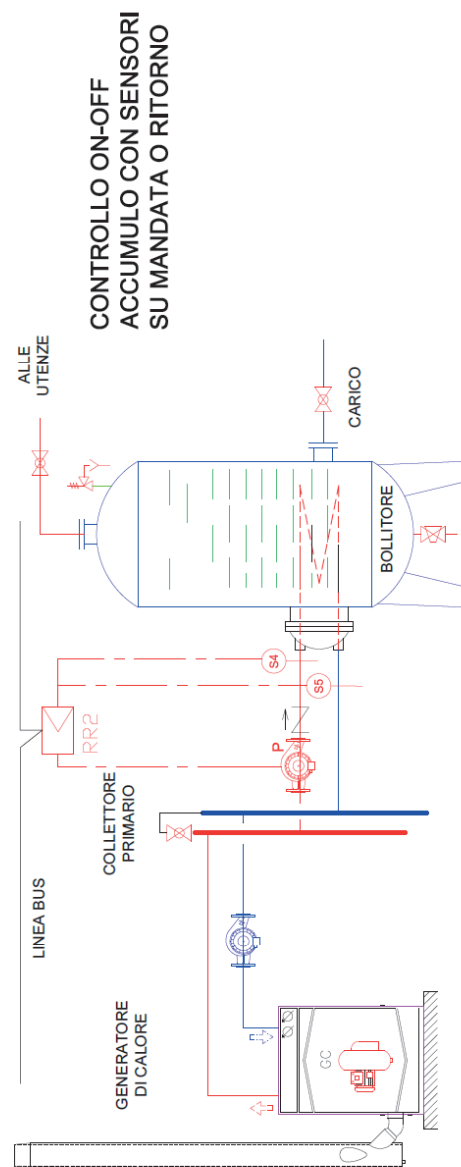
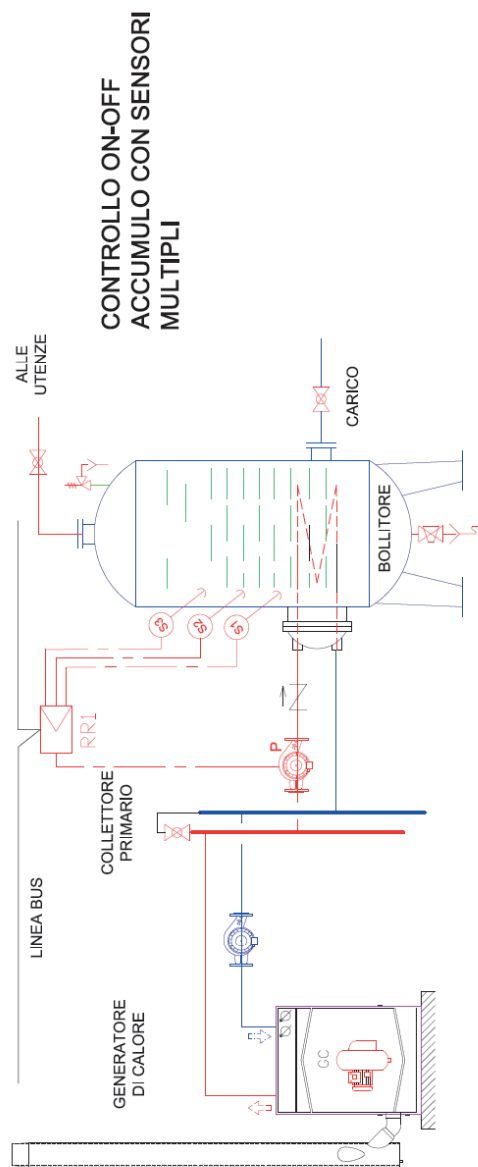
Scheda tecnica SE23C

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI ACCUMULO USANDO ALTRE FORME DI CALORE	
SE23C	Controllo automatico ON/OFF e controllo temporale
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore costituito da una serpentina idraulica nell'acqua contenuta nello stesso. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione; ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo solo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dal valore della temperatura di accumulo impostata; nell'esempio impiantistico riportato alla pagina successiva questo coincide con la temperatura inviata alle utenze. È buona norma impostare questo valore a 48°C; le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di un'eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
T	Termostato ON/OFF: - apparecchio dotato di contatto SPDT e gambo lungo in funzione della dimensione del bollitore; - regolazione ON/OFF della pompa di spillamento del circuito primario bollitore, previo consenso orario del timer TM.
TM	Timer (orologio) programmatore giornaliero/settimanale
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserzione della pompa P del circuito primario.	



SCHEMA DI PRINCIPIO SE23C

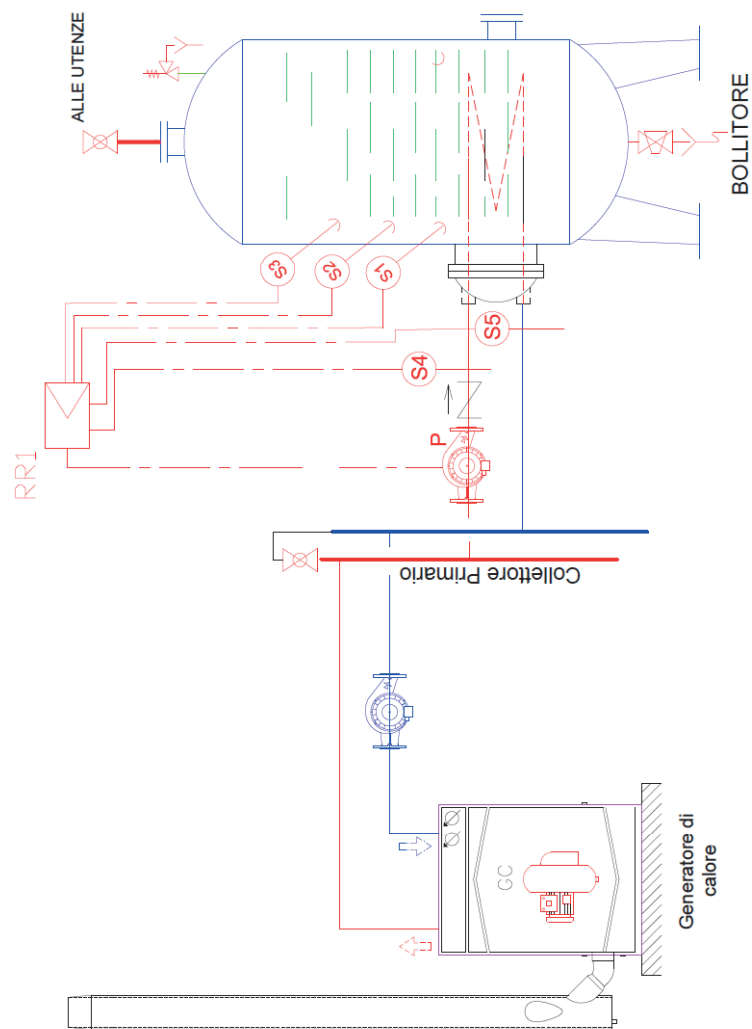
CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI ACCUMULO USANDO ALTRE FONTI DI CALORE	
SE24B	Controllo automatico on/off, controllo temporale e accumulo in funzione della richiesta o gestione con più sensori di temperatura
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore costituito da una serpentina idraulica immersa nell'acqua contenuta. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Il rilievo della temperatura di accumulo è effettuato per mezzo di sensori multipli oppure di singolo sensore installato ad immersione nella tubazione di ritorno o di mandata del circuito primario bollitore.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione; ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo solo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Considerando che lo scambio termico nel bollitore risente delle esigenze dell'utenza, la regolazione basata sulla temperatura di mandata o di ritorno del circuito primario bollitore avviene nel rispetto dell'effettiva esigenza del carico. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dal valore della temperatura di accumulo impostata; nell'esempio impiantistico riportato alla pagina successiva questo coincide con la temperatura inviata alle utenze. È buona norma impostare questo valore a 48°C; le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di una eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S 1/5	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. Le sonde S 1/2/3 devono disporre di adeguata lunghezza del gambo e del pozzetto.
RR1/2	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio il calcolo del valor medio. Dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi e gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento della produzione di acqua sanitaria.
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserzione della pompa di spillamento dal circuito primario di caldaia. Il rilievo della temperatura di accumulo avviene mediante calcolo della media dei valori S 1/2/3 oppure mediante misura della temperatura di mandata o di ritorno del circuito primario bollitore.	



S 1/5: SONDE DI TEMPERATURA
RR 1/2: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE24B

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI ACCUMULO USANDO GENERATORE DI CALORE	
SE25A	Controllo automatico on/off, controllo temporale, accumulo in funzione della richiesta o controllo della temperatura di ritorno e gestione con più sensori di temperatura
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore costituito da una serpentina idraulica immersa nell'acqua contenuta. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Il rilievo della temperatura di accumulo è fatto per mezzo di sensori multipli. La temperatura di mandata è verificata da una apposita sonda.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dalla misura della temperatura media di accumulo che avviene mediante l'impiego di sonde multiple installate a differenti altezze del bollitore. L'impiego di più sonde permette al sistema di controllo di calcolare il valore medio della temperatura e di gestire al meglio l'accumulo. È buona norma impostare il sistema di regolazione per una temperatura di massimo valore pari a 48°C; le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di un'eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa. Ulteriore risparmio lo si ottiene grazie alla misura della differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito primario del bollitore che è indice del carico e della relativa richiesta energetica. Il sistema di controllo permette la valutazione istantanea di tale richiesta adeguando così il consumo all'effettiva esigenza dell'utenza. Attraverso la comunicazione via bus con altri apparati, il regolatore RR1 può essere programmato per coordinarsi con altri apparecchi allo scopo di realizzare macrofunzioni di edificio volte a sfruttare pienamente i potenziali risparmi.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S 1...3	Sonde di temperatura a immersione complete di pozzetto e gambo di lunghezza adeguata a seconda della dimensione del bollitore e delle tubazioni.
S4/ S5	Sonde di temperatura a immersione complete di pozzetto.
RR1	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio il calcolo del valor medio o il confronto tra variabili diverse. Questo regolatore agisce sulla marcia e arresto della pompa P e ha la possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi/gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento della produzione di acqua calda sanitaria.
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria definita nel regolatore RR1, il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante rilievo del suo valor medio. Ciò è reso possibile grazie all'impiego di più sonde. La regolazione avviene mediante controllo ON/OFF inserzione/disinserzione della Pompa P. Il confronto con le temperature di mandata ritorno sul primario del bollitore attuato dal regolatore medesimo garantisce una maggior precisione del complesso regolante.	



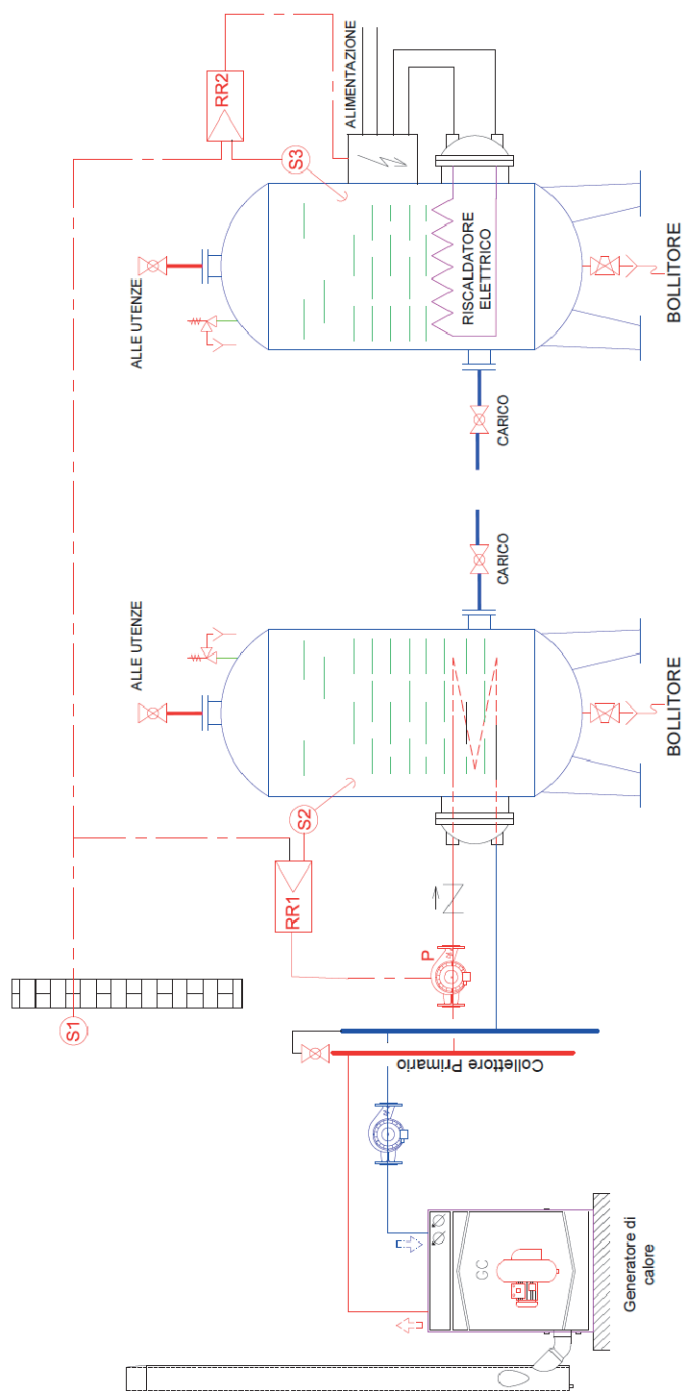
S 1...3: SONDE DI TEMPERATURA
 S4-S6: SONDE DI TEMPERATURA A IMMERSIONE COMPLETE DI POZZETTO
 RR1: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE25A

6.3.3 Controllo della temperatura nel serbatoio con variazioni stagionali: con generatore di calore o con riscaldamento elettrico integrato

Scheda tecnica SE26C

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA NEL SERBATOIO CON VARIAZIONI STAGIONALI: CON FONTI DI CALORE ESTERNE O CON RISCALDAMENTO ELETTRICO INTEGRATO	
SE26C	Controllo automatico per accensione pompa di carica o riscaldatore elettrico e controllo temporale
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore oppure mediante inserzione o disinserzione di un riscaldatore elettrico integrato. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Un'apposita sonda posta all'esterno del fabbricato rileva la temperatura esterna in modo da attenuare o aumentare la temperatura di accumulo nel bollitore in base alla stagione corrente.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione; ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo solo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dal valore della temperatura di accumulo impostata. Nell'esempio impiantistico riportato alla pagina successiva il ricevitore regolatore RR1/RR2 imposta automaticamente tale valore in base alla temperatura esterna e quindi alle stagioni correnti. Si avrà quindi un risparmio energetico strettamente legato alla differenza di temperatura di accumulo tra estate e inverno.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S1	Sonda di temperatura da esterno.
S 2/3	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. La lunghezza dei gambi e del pozzetto deve essere scelte in base alla dimensione del bollitore.
RR1/2	Ricevitore regolatore programmabile con possibilità di calcolo e impostazione del set point in base a parametri esterni e interni.
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria impostata nel Ricevitore Regolatore RR1/2 il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserzione della pompa P del circuito primario o del riscaldatore elettrico nel caso questo sia integrato nel bollitore. Il setpoint di temperatura di accumulo viene calcolato e impostato dal ricevitore regolatore RR1/2 in base al valore di temperatura esterna rilevata dalla sonda S1 e quindi alla stagione corrente.	

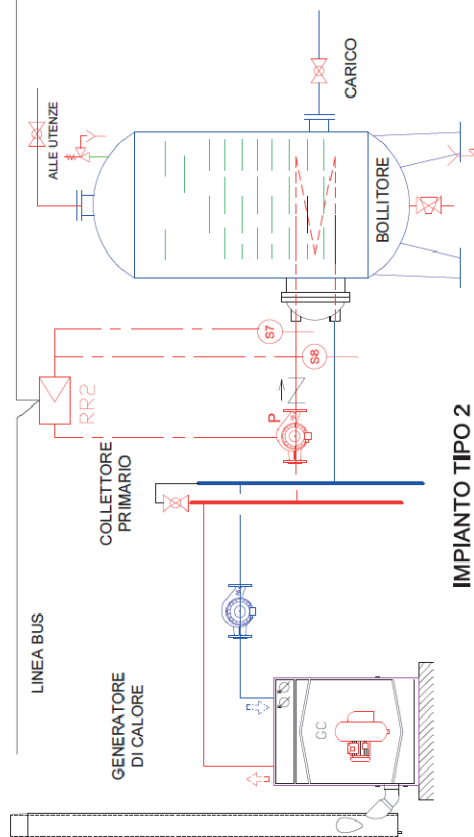
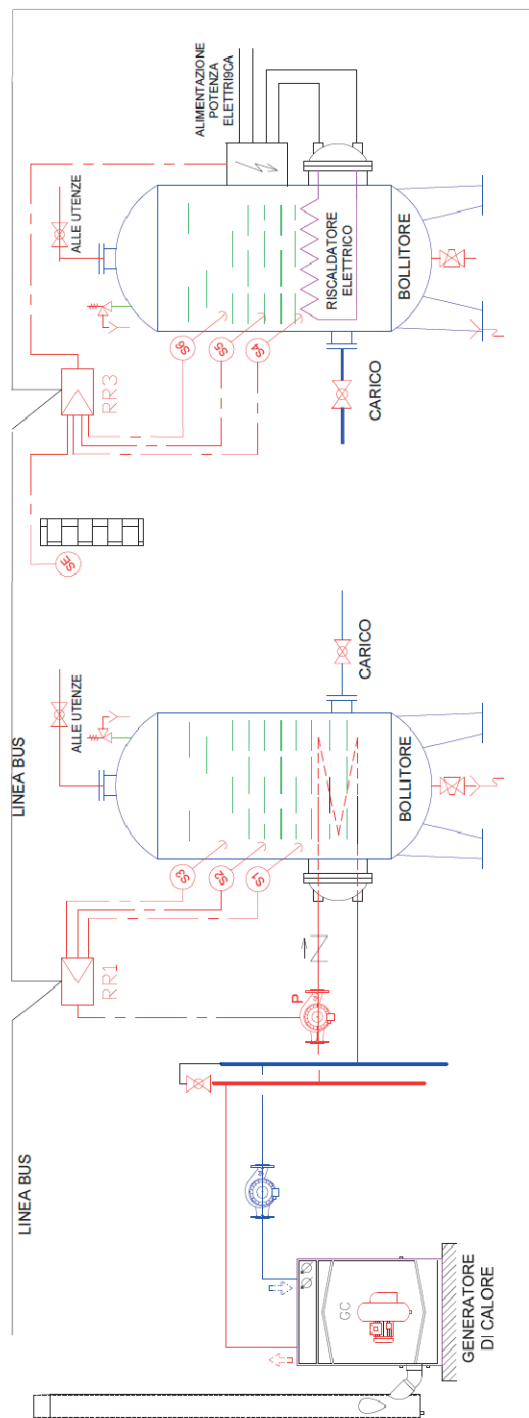


S1: SONDA DI TEMPERATURA DA ESTERNO
 S2/S3: SONDE DI TEMPERATURA DI ACCUMULO
 RR1/2: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE26C

Scheda tecnica SE27B

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA NEL SERBATOIO CON VARIAZIONI STAGIONALI: CON FONTI DI CALORE ESTERNE O CON RISCALDAMENTO ELETTRICO INTEGRATO	
SE27B	Controllo automatico per accensione pompa di carico o riscaldamento elettrico, controllo temporale accumulo in funzione della richiesta o gestione con più sensori di temperatura
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia oppure del riscaldatore elettrico. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Il rilievo della temperatura di accumulo viene fatto per mezzo di sensori multipli oppure di singolo sensore installato ad immersione nella tubazione di ritorno o di mandata del circuito primario bollitore. Un'apposita sonda posta all'esterno del fabbricato rileva la temperatura esterna in modo da attenuare o aumentare la temperatura di accumulo nel bollitore in base alla stagione corrente.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione, ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Considerando che lo scambio termico nel bollitore risente delle esigenze dell'utenza, la regolazione basata sulla temperatura di mandata o di ritorno del circuito primario avviene nel rispetto dell'effettiva esigenza del carico (<i>applicazione "demand oriented"</i>). Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dalla temperatura di accumulo impostata, il cui valore negli esempi impiantistici riportati negli esempi impiantistici riportati alla pagina successiva, viene automaticamente deciso dai vari regolatori in base alla misura della temperatura esterna. In questo modo si permette l'attenuazione dell'accumulo in funzione della stagione corrente evitando inutili dispersioni dovute a sovratemperature dell'acqua sanitaria.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S1/8	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. Queste sonde devono disporre di adeguata lunghezza del gambo e del pozzetto.
SE	Sonda per la misura della temperatura esterna.
RR1/2/3	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio il calcolo del valor medio. Dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi e gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento della produzione di acqua sanitaria.
Funzionamento: I tre esempi impiantistici riportati alla pagina successiva differiscono unicamente per il tipo di apporto energetico di cui i diversi bollitori sono dotati. Nei casi 1 e 2 il bollitore dispone di scambio idraulico e l'energia proviene da un generatore di calore, mentre nel caso 3 l'energia proviene da un riscaldatore elettrico. Concettualmente però i funzionamenti sono i medesimi e si basano sulla variazione della temperatura di accumulo in funzione della temperatura esterna. Il tipo 2 anziché rilevare la media temperatura di accumulo con sensori multipli rileva la temperatura di mandata o ritorno del fluido primario. Ciò permette di legare strettamente la richiesta dell'utenza al livello energetico dell'accumulo che, dipendendo dallo scambio termico, è misurabile attraverso la differenza di temperatura tra mandata e ritorno. In questo modo si determina una tipologia di regolazione definita come <i>Demand Oriented (Fabbisogno termico)</i>. In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserzione della pompa di spillamento dal circuito primario di caldaia. Il rilievo della temperatura di accumulo avviene mediante calcolo della media dei valori S 1/2/3. Allo scopo di limitare al massimo le dispersioni termiche i Ricevitori Regolatori RR1/2/3 impostano automaticamente la temperatura di accumulo in base alla stagione corrente che viene determinata dal valore di temperatura esterna rilevata dalla sonda SE. Le tre applicazioni in oggetto devono essere considerate separate e, solamente a titolo di esempio, sono stati intercollegati i 3 diversi regolatori. Tali i ricevitori regolatori dispongono di comunicazione su bus seriale in modo da poter scambiare dati con altri apparati o tra se stessi, come ad esempio la temperatura esterna che viene immessa in un solo regolatore, ma che risulta essere disponibili per tutti i componenti della rete di comunicazione. La tabella di pagina successiva mostra le diverse caratteristiche e funzionalità delle 3 applicazioni riportate nella medesima pagina.	



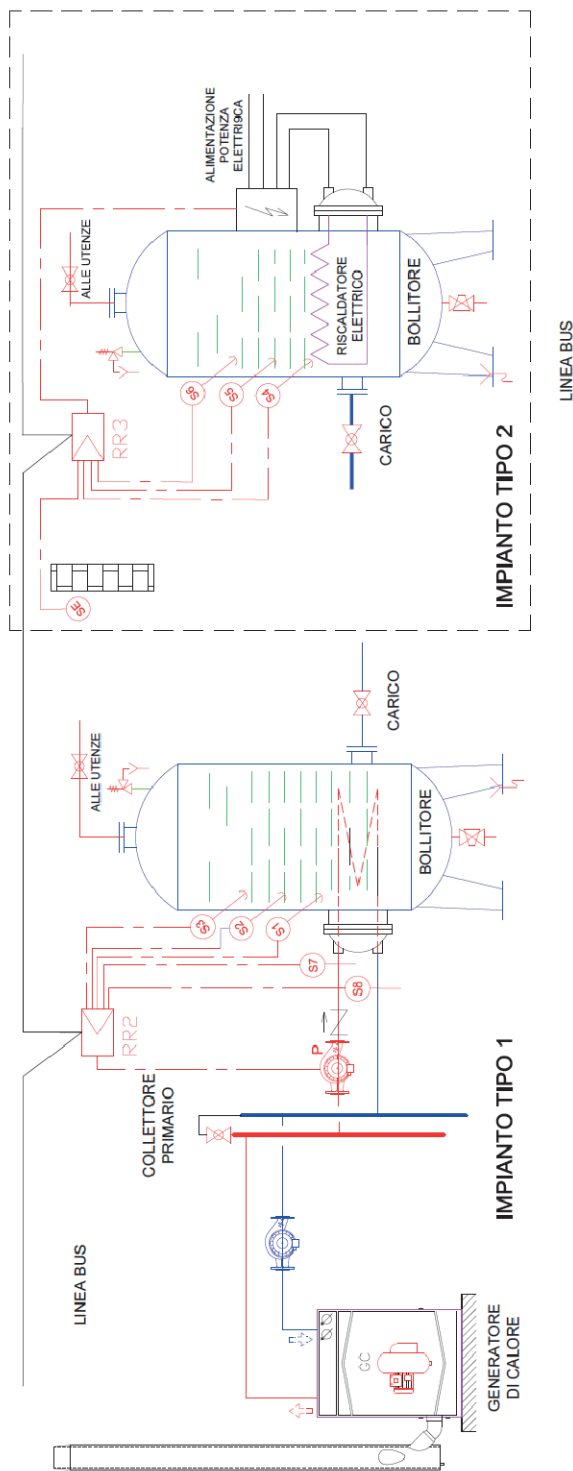
Caratteristiche e Funzioni	Impianto tipo 1	Impianto tipo 2	Impianto tipo 3
Pompa di Carico	☐	☐	☐
Riscaldatore Elettrico	☐	☐	☐
Fabbisogno Termico	☐	☐	☐
Programmazione Oraria	☐	☐	☐
Sensori Multipli	☐	☐	☐
Setpoint Stagionale	☐	☐	☐

S 1/ 8: SONDE DI TEMPERATURA A IMMERSIONE COMPLETE DI POZZETTO
 SE: SONDA PER LA MISURA DELLA TEMPERATURA ESTERNA
 RR 1/ 2/ 3: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE27B

Scheda tecnica SE28A

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA NEL SERBATOIO CON VARIAZIONI STAGIONALI: CON FONTI DI CALORE ESTERNE O CON RISCALDAMENTO ELETTRICO INTEGRATO	
SE28A	Controllo automatico con generazione esterna, accumulo in funzione della richiesta e controllo della temperatura di ritorno o riscaldatore elettrico controllo temporale e gestione con più sensori di temperatura.
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia oppure del riscaldatore elettrico Impianto tipo 2). La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Il rilievo della temperatura di accumulo viene fatto per mezzo di sensori multipli installati ad immersione nel bollitore, mentre la richiesta termica dell'utenza viene valutata mediante differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito primario. Un'apposita sonda posta all'esterno del fabbricato rileva la temperatura esterna in modo da attenuare o aumentare la temperatura di accumulo in base alla stagione corrente.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione, ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Considerando che lo scambio termico nel bollitore risente delle esigenze dell'utenza, la regolazione basata sulla temperatura di mandata o di ritorno del circuito primario avviene nel rispetto dell'effettiva esigenza del carico (<i>applicazione "demand oriented"</i> Impianto tipo 1). Una ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dalla temperatura di accumulo impostata, il cui valore negli esempi impiantistici riportati alla pagina successiva, viene automaticamente deciso dai vari regolatori in base alla misura della temperatura esterna. In questo modo si permette l'attenuazione dell'accumulo in funzione della stagione corrente evitando inutili dispersioni dovute a sovratemperature dell'acqua sanitaria. I regolatori dotati di comunicazione rendono disponibili in rete parametri e dati. In questo modo ad esempio è sufficiente rilevare con una sola sonda la temperatura esterna (SE – Impianto tipo 1) rendendola così disponibile a tutti gli apparati inseriti nella medesima rete, come ad esempio il regolatore RR2.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S 1/8	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. Le sonde installate ad immersione nel bollitore debbono disporre di adeguata lunghezza del gambo e del pozzetto.
SE	Sonda per la misura della temperatura esterna.
RR1/2	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio il calcolo del valor medio. Dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi e gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di funzionamento della produzione di acqua sanitaria.
Funzionamento: I due esempi impiantistici riportati alla pagina successiva differiscono unicamente per il tipo di apporto energetico di cui i diversi bollitori sono dotati. Nel caso 1 il bollitore dispone di scambio idraulico e l'energia proviene da un generatore di calore, mentre nel caso 2 l'energia proviene da un riscaldatore elettrico. Il valore della temperatura di accumulo viene determinato dai regolatori in base all'entità della temperatura esterna. L'impianto di tipo 1 rileva la media temperatura di accumulo con i sensori multipli S1, S2, S3 e quella di mandata e ritorno del fluido primario S4, S5. Ciò permette di valutare la richiesta dell'utenza a livello energetico mediante misura della differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito primario del bollitore, dipendendo questa dall'entità dello scambio termico. In questo modo si determina una tipologia di regolazione definita come Demand Oriented (<i>Orientata al fabbisogno termico</i>) che permette di dosare l'energia di accumulo fornita secondo l'effettivo consumo dell'utenza. In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserzione della pompa di spillamento dal circuito primario di caldaia. Il rilievo della temperatura di accumulo avviene mediante calcolo della media dei valori S1/2/3. Allo scopo di limitare al massimo le dispersioni termiche i Ricevitori Regolatori RR1/2 impostano automaticamente la temperatura di accumulo in base alla stagione corrente che viene determinata dal valore di temperatura esterna rilevata dalla sonda SE. Le due applicazioni in oggetto devono essere considerate separate e, solamente a titolo di esempio, sono stati intercollegati i 2 diversi regolatori. Tali i ricevitori regolatori dispongono di comunicazione su bus seriale in modo da poter scambiare dati con altri apparati o tra se stessi, come ad esempio la temperatura esterna che viene immessa in un solo regolatore, ma che risulta essere disponibile per tutti i componenti della rete. La tabella di pagina successiva mostra le diverse caratteristiche e funzionalità delle 2 applicazioni riportate nella medesima pagina.	



Caratteristiche e Funzioni	Impianto tipo 1	Impianto tipo 2
Pompa di Carico	☐	☐
Riscaldatore Elettrico	☐	☐
Fabbisogno Termico	☐	☐
Programmazione Oraria	☐	☐
Sensori Multipli	☐	☐
Setpoint Stagionale	☐	☐

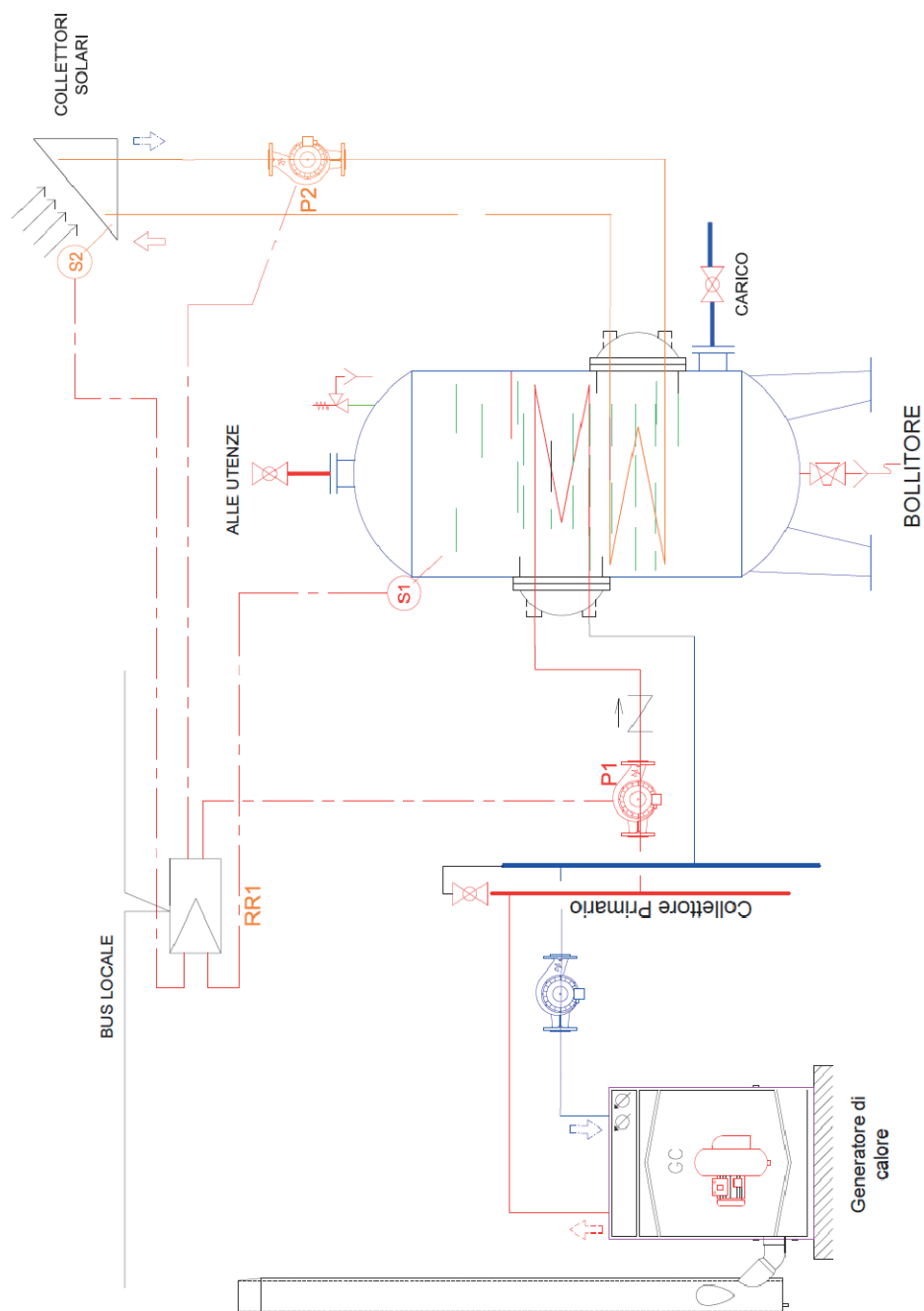
S 1/8: SONDE DI TEMPERATURA A IMMERSIONE COMPLETE DI POZZETTO
 SE: SONDA PER LA MISURA DELLA TEMPERATURA ESTERNA
 RR 1/2: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE28A

6.3.4 Controllo della temperatura nel serbatoio con collettori solari e generazione di calore

Scheda tecnica SE29C

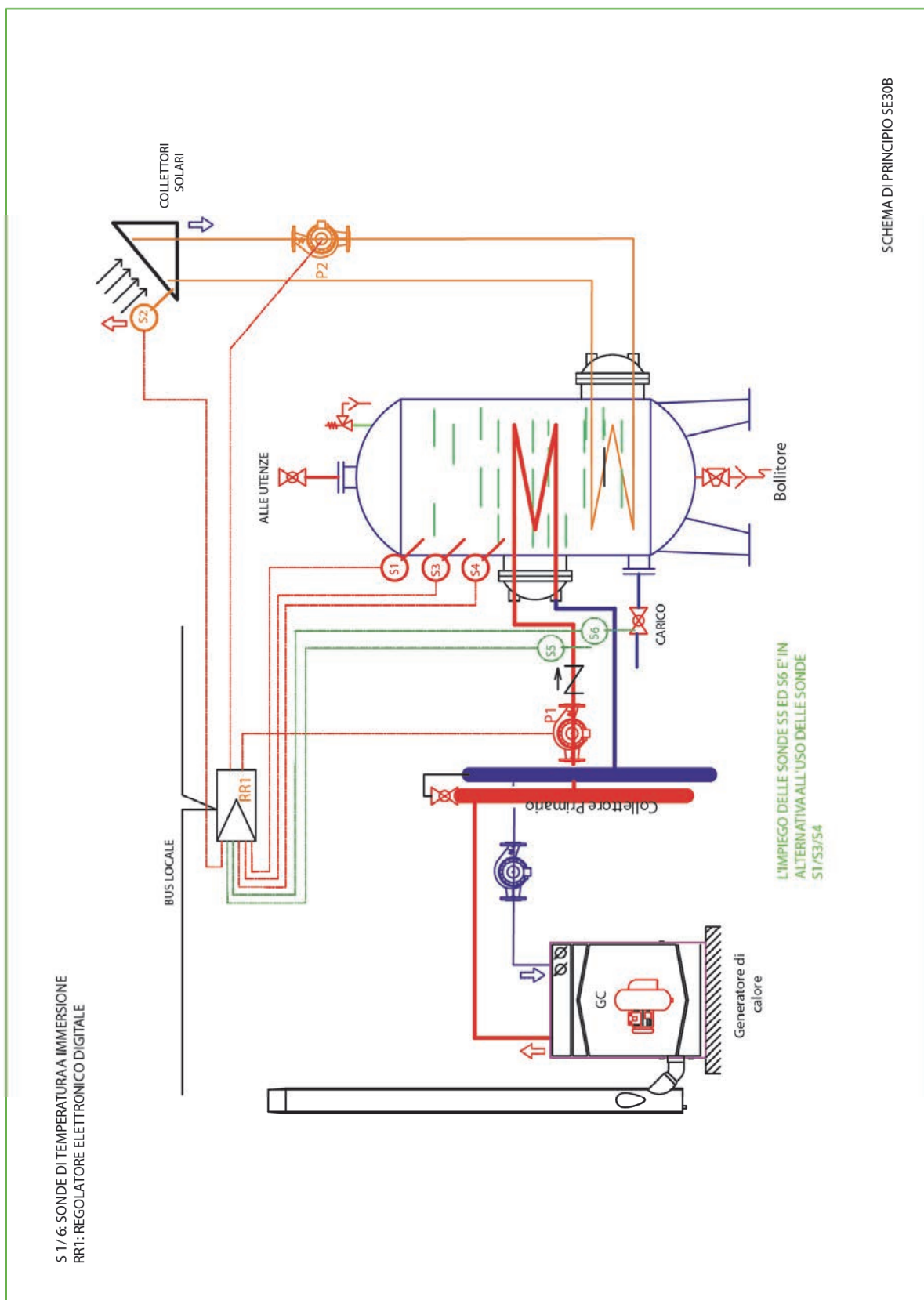
CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA NEL SERBATOIO CON COLLETTORI SOLARI E GENERAZIONE DI CALORE ESTERNA	
SE29C	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante l'uso di due fonti energetiche distinte. La prima è l'energia termica solare resa disponibile dai relativi pannelli, mentre la seconda è l'energia termica prodotta dai generatori di calore che viene utilizzata a complemento di quella solare e qui definita come carica supplementare. La generazione di calore rispetta i criteri fin qui espressi nelle schede precedenti e si attiva mediante inserzione o disinserimento della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore. La carica supplementare viene resa disponibile previo consenso da programma orario. Il rilievo della temperatura di accumulo viene fatto per mezzo di sensore singolo installato ad immersione nell'accumulo stesso.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati e dalla conseguente interruzione di fornitura di energia supplementare durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Un'ulteriore cospicua possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dall'impiego di collettori solari che rendono disponibile energia termica gratuita il cui impiego deve risultare prioritario. Quanto maggiore è l'impiego dell'energia solare tanto maggiore risulterà essere il risparmio energetico assicurato.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S1/2	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. La sonda S1 deve disporre di adeguata lunghezza del gambo e del pozzetto.
RR1	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio confronti tra variabili e operazioni algebriche e matematiche. Dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi e gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento e del conseguente impiego energetico quale carica supplementare.
Funzionamento: Il funzionamento prevede che la temperatura nominale di accumulo venga raggiunta mediante il massimo sfruttamento dell'energia solare proveniente dai pannelli mentre l'energia proveniente dalla generazione di calore mediante combustione venga usata solamente a complemento di quella solare. Più precisamente: la carica solare avviene mediante controllo On/Off della pompa P2 ed è prioritaria rispetto ad altre scelte in modo da ottenere la massima temperatura di accumulo generata dall'energia solare. Il regolatore RR1 decide se sussistono le condizioni di impiego dell'energia solare mediante rilievo della temperatura della sonda S2. La carica supplementare prevede l'impiego di energia costosa e consta di consenso deciso dal regolatore RR1 mediante programmazione a tempo di impiego di tale energia per il raggiungimento della temperatura nominale di accumulo. Il medesimo regolatore, in base al raffronto della temperatura di accumulo rilevata dalla sonda S1 e un parametro predeterminato programmato al suo interno definito in sede di progettazione e calcolo, inserisce la pompa P1 nel caso la temperatura misurata scenda al di sotto del minimo valore di attenuazione ammesso. Più in generale, non appena si verifica la condizione in cui la carica energetica solare può essere sfruttata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria viene avviata a pompa P2.	



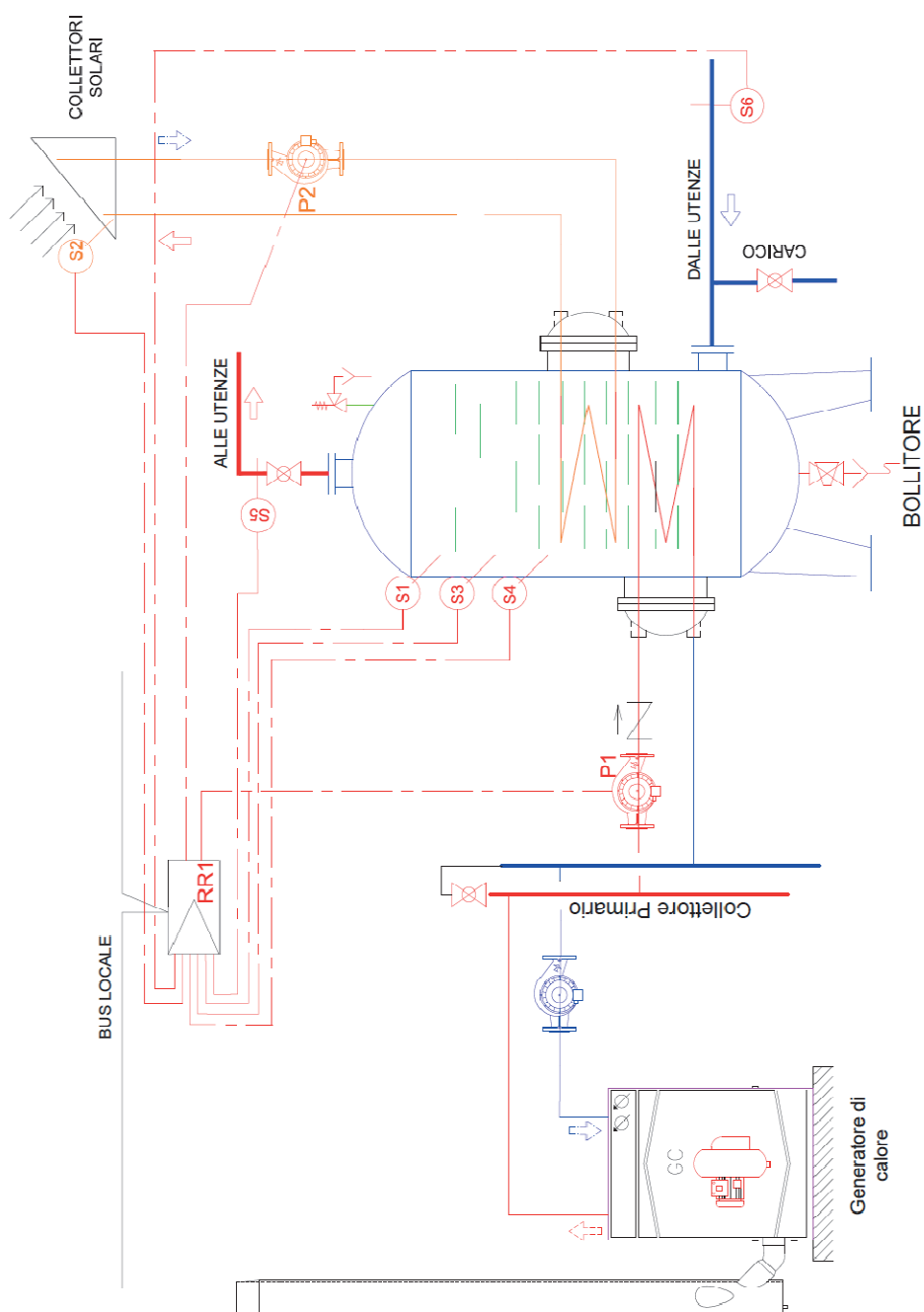
S 1/2: SONDE DI TEMPERATURA A IMMERSIONE CON POZZETTO
RR1: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE29C

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA NEL SERBATOIO CON COLLETTORI SOLARI E GENERAZIONE DI CALORE ESTERNA	
SE30B	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte, accumulo in funzione della richiesta o gestione con più sensori di temperatura
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante l'uso di due fonti energetiche distinte. La prima è l'energia termica solare resa disponibile dai relativi pannelli, mentre la seconda è l'energia termica prodotta dai generatori di calore, che viene utilizzata a complemento di quella solare e qui definita come carica supplementare. La generazione di calore rispetta i criteri fin qui espressi nelle schede precedenti e si attiva mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore. La carica supplementare viene resa disponibile previo consenso da programma orario. Il rilievo della temperatura di accumulo viene fatto per mezzo di sensori multipli installati ad immersione nell'accumulo stesso oppure mediante valutazione del fabbisogno termico istantaneo dell'utenza in base alla differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito primario.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati e dalla conseguente interruzione di fornitura di energia supplementare durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Un'ulteriore cospicua possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dall'impiego di collettori solari che rendono disponibile energia termica gratuita il cui impiego deve risultare prioritario. Quanto maggiore è l'impiego dell'energia solare tanto maggiore risulterà essere il risparmio energetico assicurato.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S1/6	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. Le sonde S1-S3-S4 devono disporre di adeguata lunghezza del gambo e del pozzetto.
RR1	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio confronti tra variabili e operazioni algebriche e matematiche. Dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi e gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento e del conseguente impiego energetico quale carica supplementare.
Funzionamento: Il funzionamento prevede che la temperatura nominale di accumulo venga raggiunta mediante il massimo sfruttamento dell'energia solare proveniente dai pannelli, mentre l'energia proveniente dalla generazione di calore mediante combustione venga usata solamente a complemento di quella solare. La carica solare avviene mediante controllo On/Off della pompa P2 ed è prioritaria rispetto ad altre scelte in modo da ottenere la massima temperatura di accumulo generata dall'energia solare. Il regolatore RR1 decide se sussistono le condizioni di impiego dell'energia solare mediante rilievo della temperatura della sonda S2. La carica supplementare prevede l'impiego di energia costosa e il suo utilizzo dipende dal consenso deciso dal regolatore RR1 mediante programmazione a tempo per il raggiungimento della temperatura nominale di accumulo. Il medesimo regolatore, in base al confronto della media delle n(3) temperature con la temperatura minima di attenuazione ammessa, inserisce la pompa P1, così permettendo l'utilizzo di tale energia nel caso la temperatura misurata scenda sotto alla soglia prestabilita. In questo modo si garantisce che il costo dell'energia necessaria per ritorno alle condizioni di funzionamento normali non sia superiore ai risparmi ottenuti. In alternativa all'utilizzo delle sonde multiple possono essere impiegate le sonde S5 e S6. Infatti l'energia che fluisce dal generatore di calore verso il bollitore, a parità di portata della pompa P1, può essere espressa in termini di differenza di temperatura misurata ai capi del circuito primario del bollitore. Si ottiene così un controllo indiretto del fabbisogno dell'utenza riferito all'impiego di energia il cui costo non è gratuito. Ciò, unito alla possibilità di comunicazione via bus con altri apparati di controllo e macchine presenti nell'installazione, permette la realizzazione di ulteriori macrofunzioni specifiche per ogni tipo di impianto che, unite a quelle qui riportate, determinano e classificano l'applicazione come orientata al fabbisogno.	



CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI ACCUMULO ACS MEDIANTE GENERATORE DI CALORE E COLLETTORI SOLARI	
SE31A	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte, accumulo in funzione della richiesta, controllo della temperatura di ritorno e gestione con più sensori di temperatura
Descrizione Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante l'uso di due fonti energetiche distinte. La prima è l'energia termica solare resa disponibile dai relativi pannelli, mentre la seconda è l'energia termica prodotta dai generatori di calore, che è utilizzata a complemento di quella solare e qui definita come carica supplementare. La generazione di calore rispetta i criteri fin qui espressi nelle schede precedenti e si attiva mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore. La carica supplementare viene resa disponibile previo consenso da programma orario. Il rilievo della temperatura di accumulo viene fatto per mezzo di sensori multipli installati ad immersione nell'accumulo stesso. Viene inoltre rilevata la differenza di temperatura tra mandata e ritorno alle utenze per la valutazione del fabbisogno termico istantaneo (demand oriented).	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati e dalla conseguente interruzione di fornitura di energia supplementare durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Un'ulteriore cospicua possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dall'impiego di collettori solari che rendono disponibile energia termica gratuita il cui impiego deve risultare prioritario. Quanto maggiore è l'impiego dell'energia solare tanto maggiore sarà il risparmio energetico assicurato. Il fabbisogno termico dell'utenza viene rilevato direttamente dalla differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito secondario.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
S1/6	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione. Le sonde S1-S3-S4 devono disporre di adeguata lunghezza del gambo e del pozzetto.
RR1	Ricevitore regolatore digitale completo di estensioni I/O e algoritmi funzionali come ad esempio confronti tra variabili e operazioni algebriche e matematiche. Dispone della possibilità di comunicazione con il sistema centralizzato per scopi informativi e gestionali. Serve inoltre a definire mediante programmazione gli intervalli di arresto o funzionamento e del conseguente impiego energetico quale carica supplementare.
Funzionamento: Il funzionamento prevede che la temperatura nominale di accumulo venga raggiunta mediante il massimo sfruttamento dell'energia solare proveniente dai pannelli mentre l'energia proveniente dalla generazione di calore mediante combustione venga usata solamente a complemento di quella solare. La carica solare avviene mediante controllo On/Off della pompa P2 ed è prioritaria rispetto ad altre scelte in modo da ottenere la massima temperatura di accumulo generata dall'energia solare. Il regolatore RR1 decide se sussistono le condizioni di impiego dell'energia solare mediante rilievo della temperatura della sonda S2. La carica supplementare prevede l'impiego di energia costosa e il suo utilizzo dipende dal consenso deciso dal regolatore RR1 mediante programmazione a tempo per il raggiungimento della temperatura nominale di accumulo. Il medesimo regolatore, in base al confronto della media delle n (3) temperature misurate all'interno del bollitore con la temperatura minima di attenuazione ammessa, inserisce la pompa P1, così permettendo l'utilizzo di tale energia nel caso la temperatura misurata scenda sotto alla soglia prestabilita. In questo modo si garantisce che il costo dell'energia necessaria per ritorno alle condizioni di funzionamento normali non sia superiore ai risparmi ottenuti. Le sonde S5 e S6 sono preposte al rilievo del fabbisogno istantaneo delle utenze. Infatti l'energia che fluisce dal bollitore verso le utenze a parità di portata del circuito, può essere espressa in termini di differenza di temperatura misurata direttamente ai capi del circuito secondario del bollitore. Si ottiene così un controllo diretto del fabbisogno dell'utenza riferito all'impiego di energia. Ciò, unito alla possibilità di comunicazione via bus con altri apparati di controllo e macchine presenti nell'installazione, permette la realizzazione di ulteriori macrofunzioni specifiche per ogni tipo di impianto che, unite a quelle qui riportate, determinano e classificano l'applicazione come orientata al fabbisogno.	



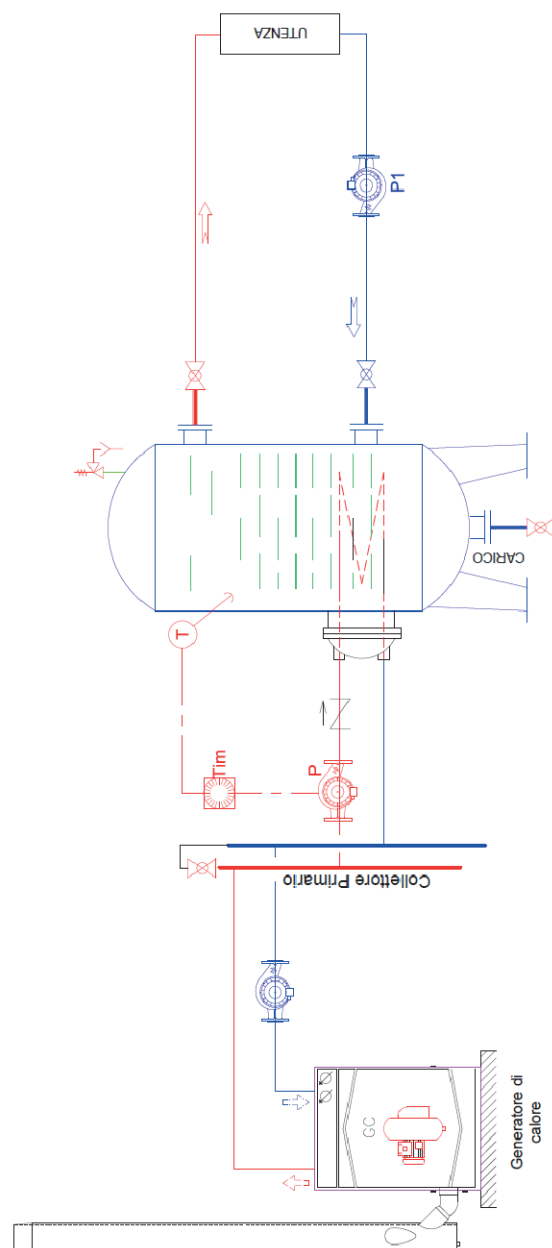
SCHEMA DI PRINCIPIO SE31A

S 1/6: SONDE DI TEMPERATURA A IMMERSIONE
RR1: REGOLATORE ELETTRONICO DIGITALE

6.3.5 Controllo della pompa di circolazione dell'acqua calda sanitaria

Scheda tecnica SE32B

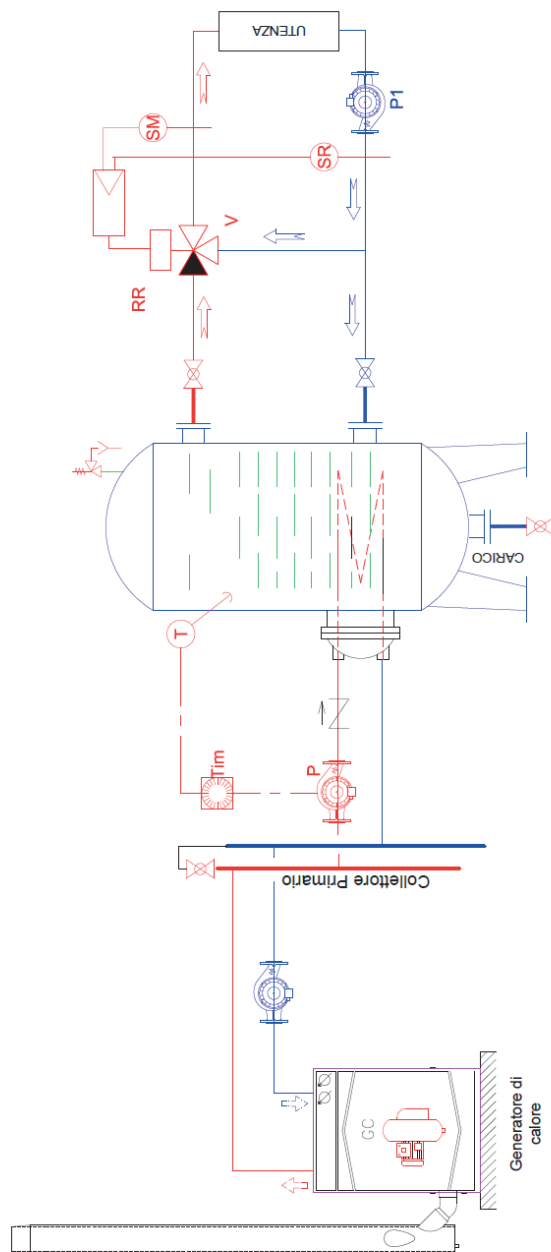
CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLE POMPE ACS	
SE32B	Controllo Temporale
Descrizione Il controllo delle pompe ACS qui riportato è si rende necessario per tutti quei casi in cui la preparazione dell'acqua sanitaria risiede a considerevole distanza dalle utenze le cui esigenze sono di immediata disponibilità. Tipici esempi sono ospedali e alberghi. Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserzione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore costituito da una serpentina idraulica immersa nell'acqua contenuta nello stesso. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Il circuito secondario è rappresentato da un anello idraulico in cui circola in continuazione l'acqua calda sanitaria.	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione; ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo solo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dal valore della temperatura di accumulo impostata. Nell'esempio impiantistico riportato alla pagina successiva questo deve essere impostato ad un valore di temperatura che è buona norma impostare intorno a 48°C; le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di una eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
T	Termostato ON/OFF: apparecchio dotato di contatto SPDT e gambo lungo in funzione della dimensione del bollitore per regolazione ON/OFF della pompa di spillamento del circuito primario bollitore, previo consenso orario del timer TM.
Tim	Timer (orologio) programmatore giornaliero/settimanale
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria mediante inserzione/disinserzione della pompa P del circuito primario. La circolazione del fluido nel circuito secondario viene mantenuta per mezzo della pompa P1 il cui funzionamento può essere legato alla fermata / avviamento degli impianti.	



SCHEMA DI PRINCIPIO SE32B

T: TERMOSTATO ON/OFF
TM: TIMER PROGRAMMATORE

CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA	
CONTROLLO DELLE POMPE ACS	
SE33A	Controllo temporale e secondo fabbisogno
Descrizione Il controllo delle pompe ACS qui riportato è si rende necessario per tutti quei casi in cui la preparazione dell'acqua sanitaria risiede a considerevole distanza dalle utenze le cui esigenze sono di immediata disponibilità. Tipici esempi sono ospedali e alberghi. Si effettua la regolazione on/off della temperatura di accumulo nel bollitore mediante inserzione o disinserione della pompa di spillamento dal circuito di caldaia verso il circuito primario del bollitore costituito da una serpentina idraulica immersa nell'acqua contenuta nello stesso. La regolazione avviene previo consenso da programma orario con cui si stabiliscono gli intervalli di necessità dell'acqua sanitaria. Il circuito secondario è rappresentato da un anello idraulico in cui circola in continuazione l'acqua calda sanitaria	
Come si risparmia energia Questo tipo di applicazione prevede un potenziale risparmio energetico derivante dall'arresto degli apparati durante gli intervalli giornalieri in cui non vi è necessità di utilizzo dell'acqua calda sanitaria. Tali periodi di fermata dipendono dal tipo di applicazione; ad esempio, è possibile prevedere la suddetta fermata durante l'intera nottata nei palazzi uffici, cosa questa che non è ammessa per gli ospedali. È quindi possibile attuare questo tipo di controllo solo previa attenta valutazione delle esigenze dell'utenza. Si rende inoltre necessario disporre di bollitori con un buon isolamento termico, in modo da evitare che l'energia dispersa durante la fermata provochi una richiesta energetica per il ritorno a regime il cui costo superi quello risparmiato. Un'ulteriore possibilità di potenziale risparmio energetico deriva dal valore della temperatura di accumulo impostata. Nell'esempio impiantistico riportato alla pagina successiva questo deve essere impostato ad un valore di temperatura leggermente superiore alla temperatura inviata alle utenze. È buona norma impostare questo valore a 48°C; le temperature che superino tale valore non fanno altro che favorire le dispersioni e non giovano all'utenza a causa di un'eccessiva miscelazione ai rubinetti con acqua fredda. È bene ricordare che l'acqua sanitaria con temperatura eccedente i suddetti 48°C rappresenta un potenziale pericolo per l'utenza a causa di lesioni e scottature derivanti da un contatto diretto con essa.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
T	Termostato ON/OFF: apparecchio dotato di contatto SPDT e gambo lungo in funzione della dimensione del bollitore per regolazione ON/OFF della pompa di spillamento del circuito primario bollitore, previo consenso orario del timer TM.
Tim	Timer (orologio) programmatore giornaliero/settimanale
SM / SR	Sonde di temperatura complete di pozzetto per installazione ad immersione
RR	Ricevitore regolatore digitale con possibilità di gestione di algoritmi complessi. Se richiesto può comunicare con un sistema di gestione di edificio
V	Valvola di regolazione servocomandata
Funzionamento: In base ad una programmazione oraria il sistema di regolazione controlla la temperatura di accumulo dell'acqua calda sanitaria mantenendola a un livello di temperatura leggermente superiore a quello di mandata all'interno del bollitore mediante inserzione/disinserione della pompa P del circuito primario in modo da favorire la cessione e energetica a al circuito secondario posto a più bassa temperatura. La temperatura dell'acqua dell'anello secondario ACS viene mantenuta mediante il regolatore RR di norma a 45/48 °C. La valvola automatica miscelatrice V viene azionata dal segnale del Regolatore RR per mantenere tale temperatura di mandata costante. La presenza di una sonda SR posta sulla tubazione di ritorno dalle utenze permette di regolare la temperatura dell'acqua dell'anello secondario in base alla differenza tra mandata e ritorno. Tale differenza è un dato rilevante alla richiesta dell'utenza che permette di regolare il circuito in base all'effettiva richiesta energetica (demand oriented).	



T: TERMOSTATO ON/OFF
 TM: TIMER PROGRAMMATORE
 RR: RICEVITORE REGOLATORE DIGITALE
 V: VALVOLA AUTOMATICA SERVOCOMANDATA
 SM/SR: SONDE DI TEMPERATURA CON POZZETTO

SCHEMA DI PRINCIPI O SE33A

6.4 Raffrescamento

I controlli del riscaldamento e del raffrescamento sono trattati in modo identico nella EN15232, ad eccezione delle funzioni di interblocco parziale o totale SE47B e SE48A e della scheda SE34C che sono citate nel solo raffrescamento pur avendo evidentemente una valenza comune a entrambe le applicazioni.

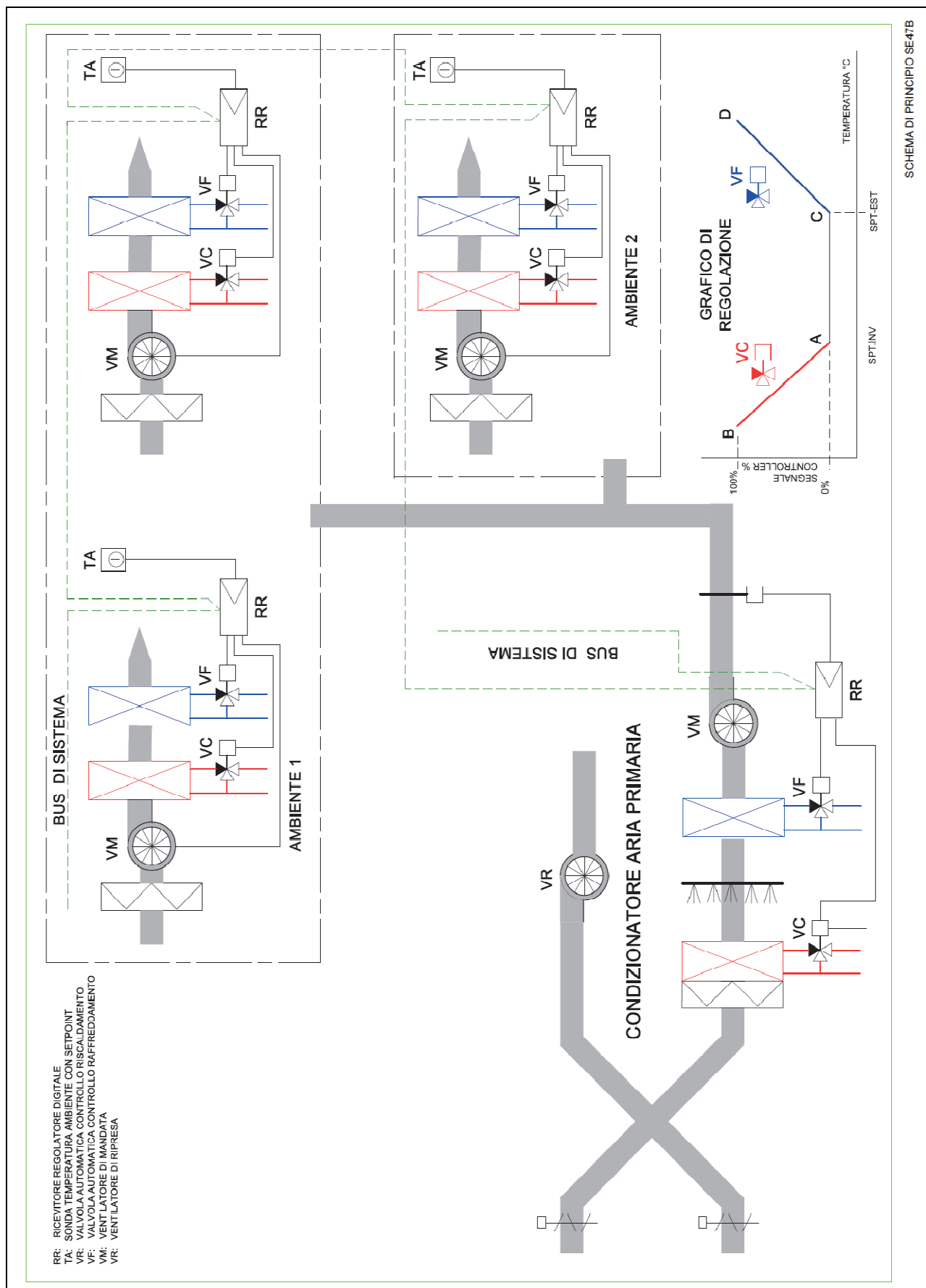
Pertanto, per le schede tecniche del raffrescamento, si rimanda ai criteri generali già trattati nelle corrispondenti schede del riscaldamento (schede tecniche da SE1C a SE20A) integrando le funzioni di interblocco SE47B e SE48A. La seguente tabella riporta la corrispondenza appena illustrata.

Riscaldamento	Raffrescamento		Riscaldamento	Raffrescamento
SE1C	SE34C (1)		SE11C	SE44C
SE2B	SE35B		SE12B	SE45B
SE3A	SE36A		SE13A	SE46A
SE4C	SE37C		SE16B	SE49B
SE5B	SE38B		SE17A	SE50A
SE6A	SE39A		SE18C	SE51C
SE7C	SE40C		SE19B	SE52B
SE8A	SE41A		SE20A	SE53A
SE9C	SE42C		SE47B (2)	SE47B (2)
SE10A	SE43A		SE48A (2)	SE48A (2)
Note: (1) non considerare le valvole termostatiche (2) tali funzioni sono comuni a entrambe le applicazioni				

Tabella 22 – Corrispondenza tra le funzioni di riscaldamento e raffrescamento

Per gli edifici dotati di condizionamento la funzione di interblocco tra riscaldamento e raffrescamento è una delle più importanti ai fini del risparmio energetico. Infatti, la possibilità di fornire contemporaneamente riscaldamento e raffrescamento nello stesso Ambiente / Zona è da evitare perché porta a notevoli sprechi di energia. Essa dipende in massima parte dal tipo di sistema utilizzato e dal controllo previsto. Alcuni sistemi (ad. es. pompa di calore reversibile) hanno un interblocco intrinseco o facile da realizzare mentre altri richiedono controlli complessi.

CONTROLLO DEL RAFFRESCAMENTO	
INTERBLOCCO TRA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO A LIVELLO DI GENERAZIONE E/O DISTRIBUZIONE	
SE47B	Parziale interblocco (dipende dal sistema di condizionamento HVAC)
Descrizione La funzione di parziale interblocco deriva dalla più generale regolazione in sequenza, la quale prevede che in un determinato impianto siano presenti contemporaneamente i fluidi caldi e freddi. È il caso ad esempio di un impianto aria primaria e ventilconvettori a 4 tubi che non prevede una commutazione stagionale bensì uno spostamento graduale dal riscaldamento al raffreddamento. Talvolta gli impianti, a seconda dell'esposizione e dell'ora della giornata, possono in alcune zone riscaldare ed in altre raffreddare. Si rende quindi necessario un controllo cosiddetto in sequenza che disponga di entrambi i fluidi termovettori per i suddetti scopi. Gli schemi a pag. successiva mostrano un tipico impianto a aria primaria e ventilconvettori a 4 tubi ognuno dei quali regolato da proprio regolatore e sensore ambiente di temperatura. Per quanto sopra asserito, dal punto di vista impiantistico riscaldare e raffreddare secondo esigenza ha un senso preciso, ma ciò non può avvenire nella medesima zona. Ad esempio, se Ambiente 1 ha esposizione nord e Ambiente 2 è esposto a sud capiterà che i ventilconvettori di A1 potranno essere in fase di riscaldamento, mentre quello di A2 potrà trovarsi in fase di raffreddamento. Ciò che non deve mai accadere è che dei due ventilconvettori di A1 il primo raffreddi e il secondo riscaldi oppure che le valvole VF e VC modulino contemporaneamente.	
Come si risparmia energia Con questo sistema di controllo, si minimizza la possibilità di riscaldamento e raffreddamento simultanei nella medesima zona; cosa che porterebbe, evidentemente, ad un'inefficienza sul piano energetico. Ovviamente se un impianto viene mantenuto in efficienza, specialmente nelle tarature dei controller, il problema non sussiste e quindi il conflitto energetico non può essere considerato un potenziale risparmio di energia, bensì un malfunzionamento dovuto a cattiva manutenzione. Osservando il grafico di regolazione, di cui diamo una spiegazione al capitolo successivo, si nota che la distanza tra il punto A di inizio dell'azione di riscaldamento (i classici 20 °C ambiente invernali) e il punto C (i classici 26 °C ambiente estivi) determina la zona di non intervento delle azioni di apporto energetico agli ambienti. Tale distanza prende il nome di "Zona Morta" che risulta essere tanto maggiore quanto minore è il comfort ambiente. Un accurato controllo di manutenzione e di verifica delle tarature delle zone morte è presupposto per un corretto impiego energetico dell'impianto. Un potenziale risparmio energetico potrebbe essere quello di allargare ciclicamente le zone morte per brevi periodi, sfruttando il volano termico dell'edificio per mantenere pressoché invariate le condizioni di comfort. In impianti che contano notevoli quantità di ventilconvettori questo metodo può tradursi in un apprezzabile risparmio. Ciò è possibile grazie all'impiego di controller digitali in grado di comunicare tra di loro su bus di sistema.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
RR	Ricevitore Regolatore digitale
TA	Trasmettitore ambiente di temperatura con impostazione del setpoint.
VF/VC	Valvole automatiche controllo emissione energetica di riscaldamento e raffreddamento
Funzionamento Le regolazioni in sequenza prevedono che il carico sensibile ambiente venga trattato in modo continuo nell'intervallo esistente tra il massimo riscaldamento e il massimo raffreddamento. Lo schema della pagina successiva mostra anche la disposizione di massima di un condizionatore aria primaria che prevede una regolazione in sequenza tra la batteria calda e quella fredda con lo scopo di mantenere la temperatura di saturazione al valore di progetto in modo da ottenere in via indiretta la corretta umidità ambiente. In questo caso però non sussiste la possibilità di sovrapposizione delle azioni regolanti dato che, trattando il solo carico latente, non necessita della contemporaneità dei fluidi termovettori. Per quanto asserito più sopra si determina un funzionamento in sequenza per i ventilconvettori esemplificato nel relativo grafico che mostra i campi di esistenza della modulazione energetica attuata dalle valvole controllate dal regolatore RR rispettivamente di riscaldamento (punti A e B) e di raffreddamento (punti C e D). Il grafico riporta in ascissa la temperatura ambiente ed in ordinata il segnale di controllo generato dal regolatore RR. I punti A e C rappresentano quindi il setpoint invernale SPT-INV e quello estivo SPT-EST. La differenza tra A e C misurata in termini di temperatura ambiente rappresenta la "zona morta", la cui ampiezza rappresenta il campo di non intervento dell'azione regolante e del relativo apporto energetico. Maggiore è l'ampiezza e maggiore sarà il risparmio energetico ai danni del comfort ambiente. Il valore della zona morta dovrà quindi essere impostato in modo da ottenere il massimo risparmio ad un accettabile livello di comfort.	



CONTROLLO DEL RAFFRESCAMENTO	
INTERBLOCCO TRA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO A LIVELLO DI GENERAZIONE E/O DISTRIBUZIONE	
SE48A	Interblocco totale
Descrizione L'interblocco totale tra raffrescamento e riscaldamento garantisce che nell'edificio non ci sia mai funzionamento simultaneo del generatore del caldo e del freddo. Ciò dipende dal tipo di generatore utilizzato, dalla distribuzione del termovettore e dal suo controllo, realizzato centralmente o nei singoli locali.	
Come si risparmia energia In questo caso, l'aggiunta di un efficace interblocco che impedisce il funzionamento simultaneo del generatore di riscaldamento e raffrescamento, permette garantire il risultato in termini di risparmio di energia. Come spiegato negli esempi di realizzazione, La funzione di interblocco, può essere espletata in modo diverso in funzione della tipologia di impianto utilizzato.	
Realizzazione	
Può essere realizzato con: • Sistema centrale che impedisce con interblocco elettrico l'avvio contemporaneo del generatore Caldo e Freddo: per migliorare il comfort ed attuare opportunamente la commutazione Caldo / Freddo è possibile condizionare il sistema con la temperatura esterna. • Generazione sequenziale di Caldo o Freddo: impiego di generatori (es. pompe di calore reversibili) che impediscono per costruzione la generazione contemporanea del termovettore caldo e di quello freddo. • Distribuzione ed emissione a singola circolazione (2 tubi) per termovettore Caldo e Freddo: impiego di utenze con fan-coil a 2 tubi e termovettore controllato a livello di generatore (selettore locale "caldo / freddo" automatico, che agisce in base alla temperatura del termovettore). • Distribuzione ed emissione a doppia circolazione (4 tubi) per termovettore Caldo e Freddo: impiego di regolatore d'ambiente che agisce in sequenza su termovettore Caldo o Freddo, questo si applica ai sistemi previsti per fornire riscaldamento o raffrescamento autonomo e totalmente controllato a livello di stanza (es. alberghi, comunità).	
Nota: si evidenzia che i sistemi costituiti da un controllo del riscaldamento (raffrescamento) a livello centrale di edificio ed un controllo del raffrescamento (riscaldamento) a livello di stanza hanno spesso dato origine a problemi riguardo all'interblocco tra riscaldamento e raffrescamento.	
A causa delle diverse possibilità di realizzazione, elencate in precedenza, questa scheda tecnica non riporta uno specifico schema di principio.	

6.5 Ventilazione e condizionamento

Per il controllo della ventilazione e del condizionamento consideriamo uno schema semplificato e generale di impianto di climatizzazione (si veda Figura 22) comprendente i blocchi funzionali più significativi. L'impianto di condizionamento/ventilazione è costituito da:

- un'unità trattamento aria (UTA), con gli elementi per la regolazione della temperatura e dell'umidità dell'aria mandata nell'ambiente;
- un'unità di miscelazione e ricircolo (UMA), completo di elementi per la miscelazione dell'aria interna con quella esterna. Tale unità può essere posta a monte di un filtro-aria e di un recuperatore di calore non visualizzati in Figura 22
- ventilatori (VM e/o VR) per la mandata e ripresa aria ambiente.

La Figura 22 mostra anche un eventuale impianto di riscaldamento di base (IRB) a radiatori/pannelli che, nelle ristrutturazioni, risulta spesso preesistente all'installazione del sistema di condizionamento ed è aggiunto in tempi successivi. In tal caso le Batterie del Caldo (BPR, BPO) contribuirebbero entrambe a raggiungere più velocemente le condizioni d'ambiente prescritte.

Per ogni funzione descritta sono considerati solo gli elementi controllati significativi.

Note:

- a) le linee tratteggiate circoscrivono blocchi aventi funzioni specifiche:
 - o UMA = unità miscelazione aria,
 - o UTA = unità di trattamento aria,
 - o IRB = impianto di riscaldamento di base con radiatori, pannelli o fan-coil. IRB può non essere presente: in tal caso il riscaldamento è affidato completamente a BPR e BPO di UTA.
- b) In cascata all'unità di miscelazione aria (UMA) può essere presente un'unità di recupero calore (non visualizzata) dell'aria di ripresa o esterna.
- c) L'unità di trattamento aria (UTA) può essere semplificata: nel caso sia presente l'impianto di riscaldamento di base possono essere eliminate le batterie di pre-riscaldamento (BPR) e riscaldamento (BPO).
- d) Le frecce definiscono il percorso dell'aria rispettivamente indicata con i termini utilizzati nelle descrizioni: esterna, mandata, ripresa (o ambiente), espulsa.

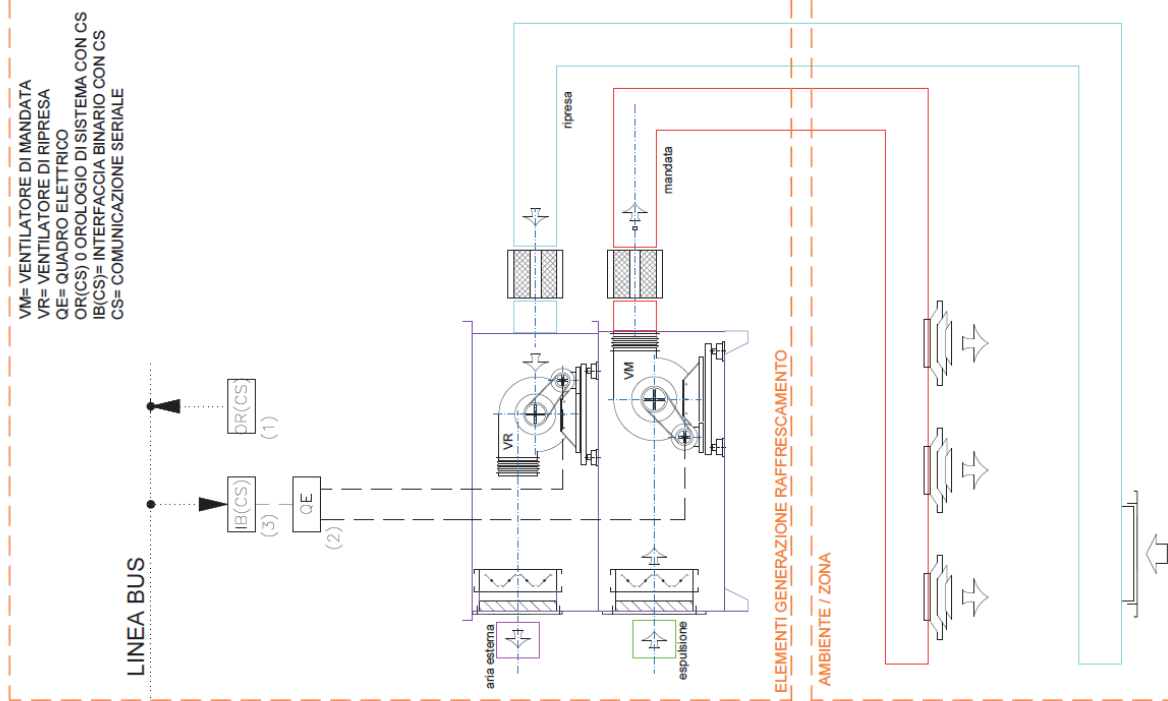
6.5.1 Controllo mandata aria in ambiente

La riduzione del flusso d'aria mandata in ogni ambiente riduce l'energia necessaria per il condizionamento (UTA in Figura 22) e la distribuzione (VM e VR in Figura 22).

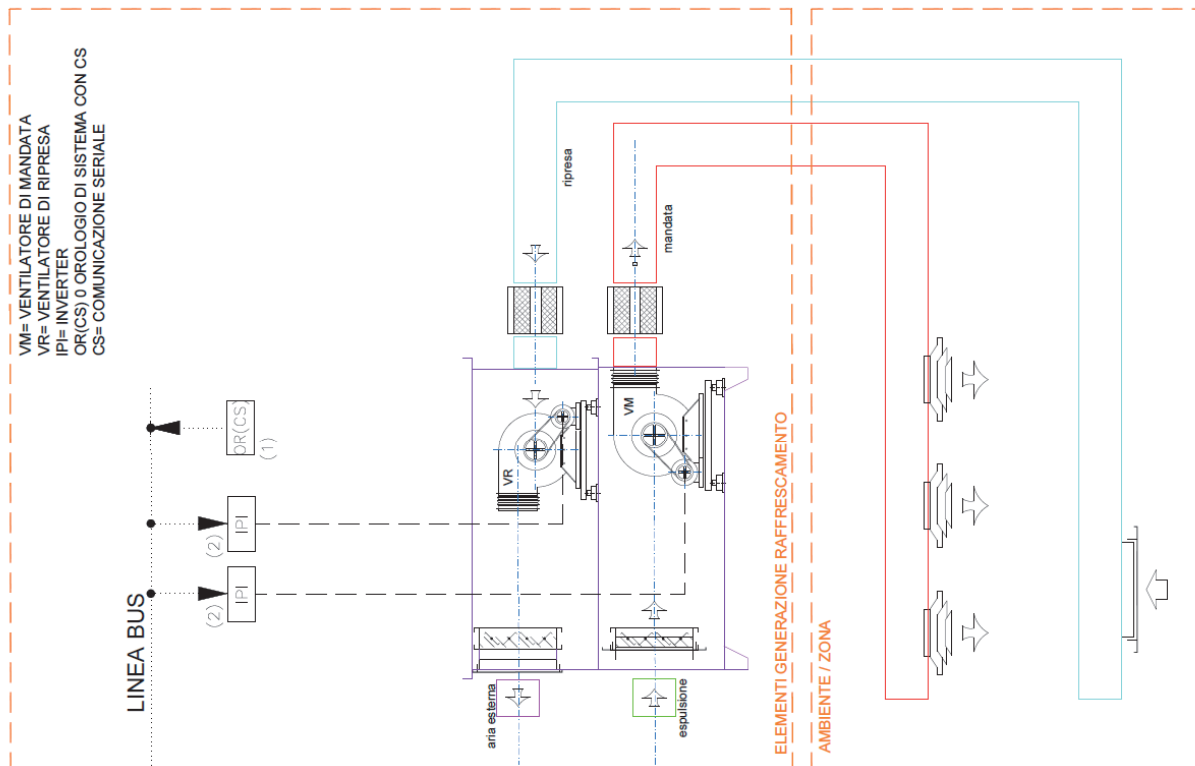
Le successive funzioni SE54BC, SE55AB e SE56A trattano in particolare il controllo della mandata d'aria nell'ambiente. Tali funzioni sono utilizzabili in un sistema comprendente un solo ambiente regolato (ad es. sala cinematografica, sala conferenze, teatro), oppure nel locale di riferimento per sistemi multi-ambiente.

Scheda tecnica SE54BC

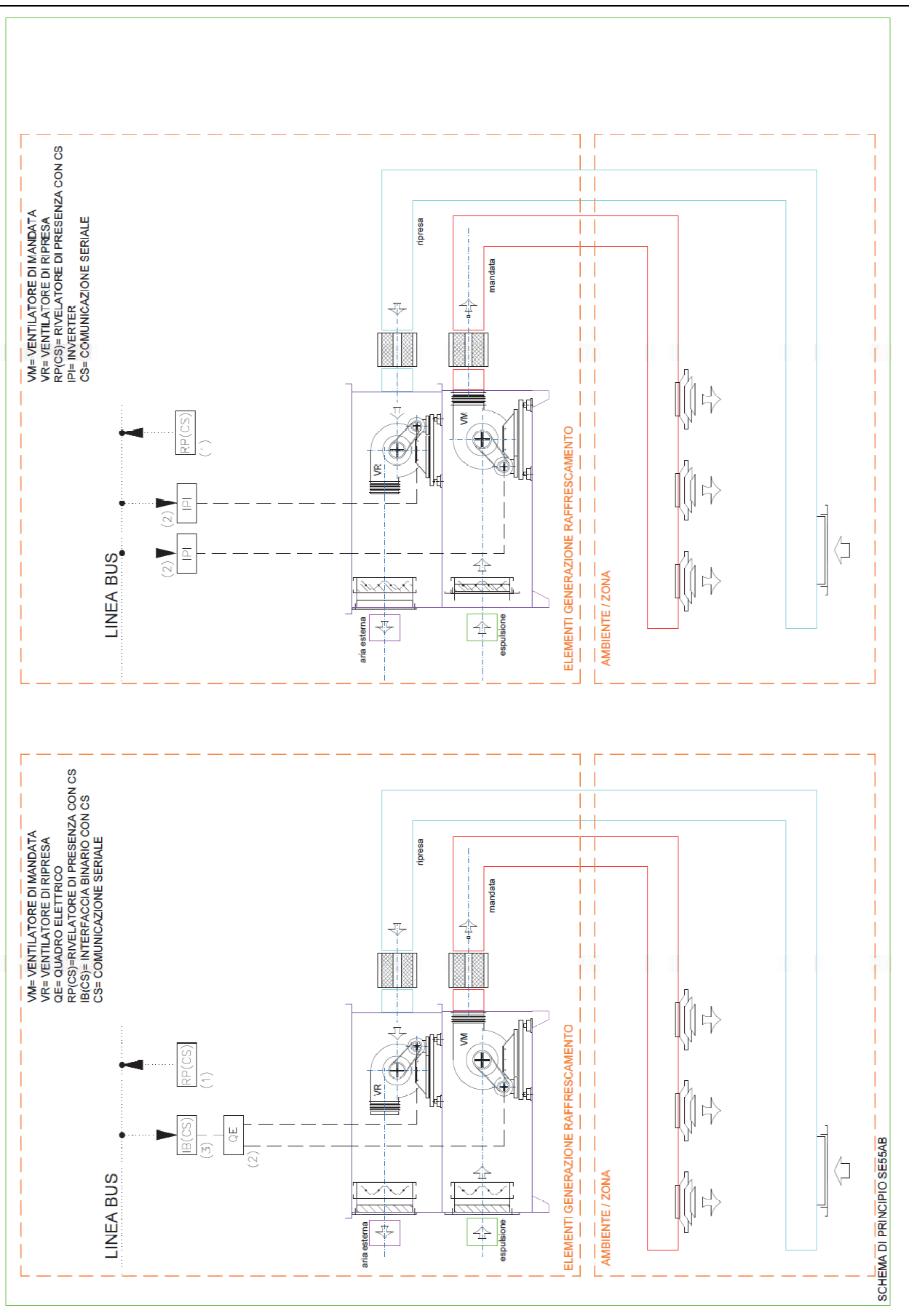
CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO MANDATA ARIA IN AMBIENTE	
SE54BC	Controllo a tempo di classe B nel residenziale e C nel non-residenziale
Descrizione Questo tipo di controllo contribuisce a raggiungere 2 classi di efficienza energetica differenti secondo l'ambito di applicazione: • Classe B nel Residenziale • Classe C nel Non Residenziale Il sistema funziona in base ad una programmazione temporale centralizzata controllando la mandata aria in ambiente, impostata per il massimo carico (= tutte le utenze collegate in caso di sistema multi-locale) secondo un programma orario prefissato.	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo, estremamente semplice e minimale, di fatto contribuisce al risparmio energetico spegnendo l'impianto secondo una logica temporale pre-impostata. A fronte di ciò, tuttavia, non garantisce un'ottimizzazione nei periodi di non occupazione dei locali.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Orologio di sistema
2)	Attuatore mandata aria
3)	Interfaccia binaria
Funzionamento La mandata aria in ambiente è controllata dai ventilatori VM e/o VR ed è impostata per il massimo carico. Un programma a orario fisso, predisposto in 1), controlla l'accensione e lo spegnimento dei ventilatori di immissione (VM) ed estrazione (VR) tramite 2). Per il risparmio energetico è opportuno spegnere i generatori dell'UTA quando i ventilatori sono inattivi: ciò può essere realizzato dotando l'attuatore 2) di apposito messaggio verso i regolatori dell'UTA.	



SCHEMA DI PRINCIPIO SE54BC



CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO MANDATA ARIA IN AMBIENTE	
SE55AB	Controllo a presenza di classe A nel residenziale e di classe B nel non-residenziale
Descrizione Questo tipo di controllo contribuisce a raggiungere 2 classi di efficienza energetica differenti secondo l'ambito di applicazione: • Classe A nel Residenziale • Classe B nel Non Residenziale Il sistema controlla il flusso d'aria di mandata, impostata per il massimo carico (= tutte le utenze attivate in caso di sistema multi-locale), in base alla rilevazione di presenza di persone nell'ambiente / zona.	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo, estremamente semplice, di fatto contribuisce al risparmio energetico spegnendo comunque l'impianto quando non vi presenza di persone nei locali. A fronte di ciò, tuttavia, non garantisce un'ottimizzazione nei periodi di occupazione effettiva ma a carico parziale.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Sensore di presenza
2)	Attuatore mandata aria
3)	Interfaccia binaria
Funzionamento La mandata aria in ambiente è impostata per il massimo carico (= tutte le utenze collegate in caso di sistema multi-locale). In caso di effettiva presenza di persone, il sensore 1) abilita la mandata e attiva tramite 2) i ventilatori di circolazione VM e/o VR negli ambienti. Per il risparmio energetico è opportuno spegnere i generatori dell'UTA quando i ventilatori sono inattivi: ciò può essere realizzato dotando, ad esempio, l'attuatore 2) di apposito messaggio verso i regolatori dell'UTA.	



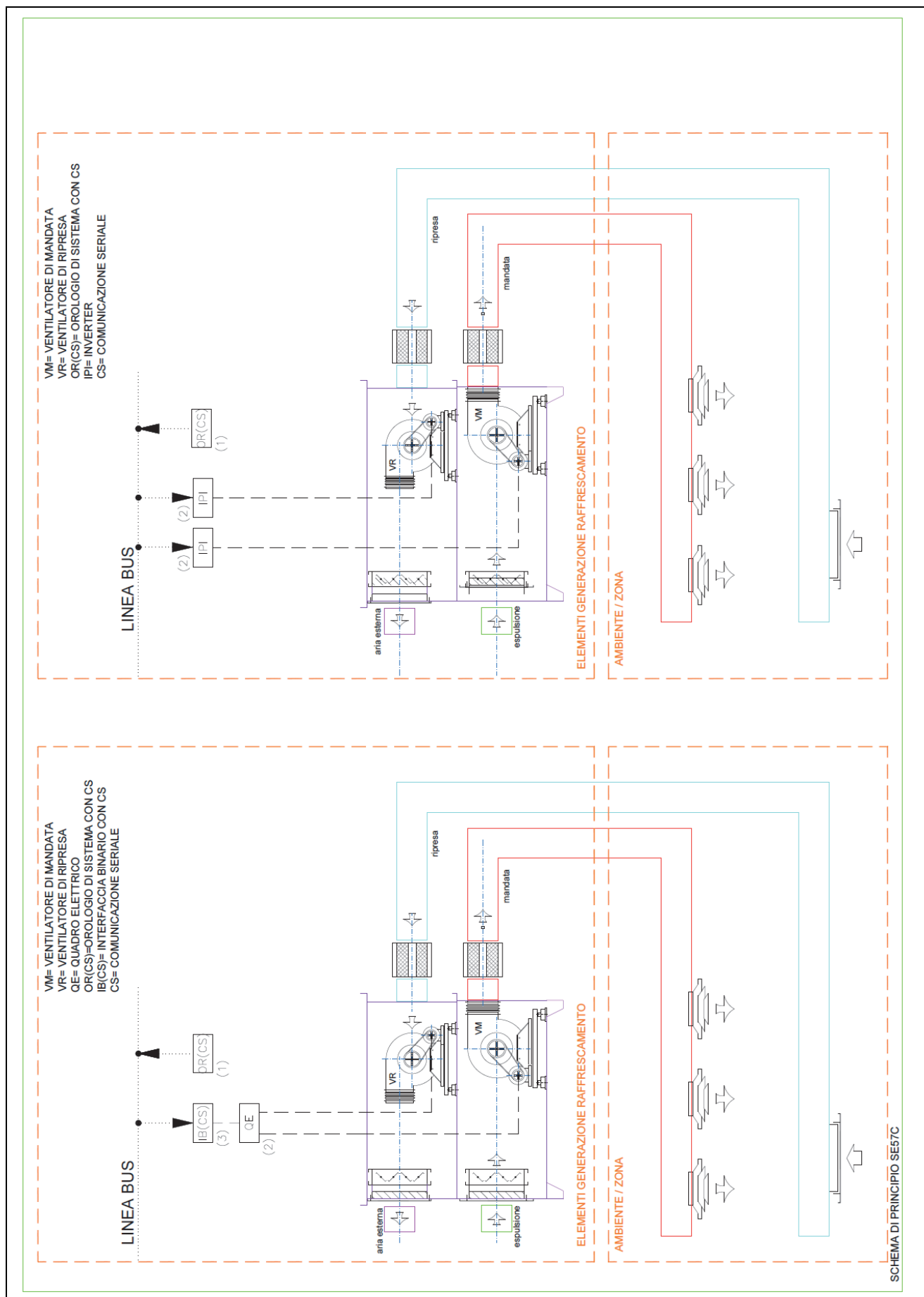
CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO MANDATA ARIA IN AMBIENTE	
SE56A	Controllo a richiesta (opzionale nel residenziale)
Descrizione Il sistema funziona in base alla richiesta di rinnovo aria, rilevata con mezzi adatti a valutare il possibile affollamento dell'ambiente secondo la destinazione d'uso (sala conferenze, luogo di pubblico spettacolo, ecc.). Il rilevamento può essere effettuato, ad esempio, con un contatore di persone o rilevando i parametri dell'aria d'ambiente (sensore di qualità aria).	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo, permette di adeguare il funzionamento all'effettivo utilizzo dei locali, in termini di presenza e carico parziale o meno, rilevando dati dal campo e assicurando una migliore qualità dell'aria.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Sensore di qualità aria adatto a rilevare l'affollamento ambiente
2)	Attuatore mandata aria
3)	Interfaccia binaria
Funzionamento La mandata aria in ambiente, impostata per il massimo carico (= tutte le utenze collegate in caso di sistema multi-locale), è comandata, ad esempio, da un sensore di qualità aria 1) che controlla i ventilatori di circolazione VM e VR. Più l'ambiente è affollato più aumenta l'"inquinamento" dell'aria (es. CO₂). Risultato: ottimizzazione del trattamento e circolazione dell'aria. Per il risparmio energetico è opportuno spegnere i generatori dell'UTA quando i ventilatori sono inattivi: ciò può essere realizzato dotando, ad esempio, l'attuatore 2) di apposito messaggio verso i regolatori dell'UTA.	

6.5.2 Controllo mandata aria nell'unità trattamento aria

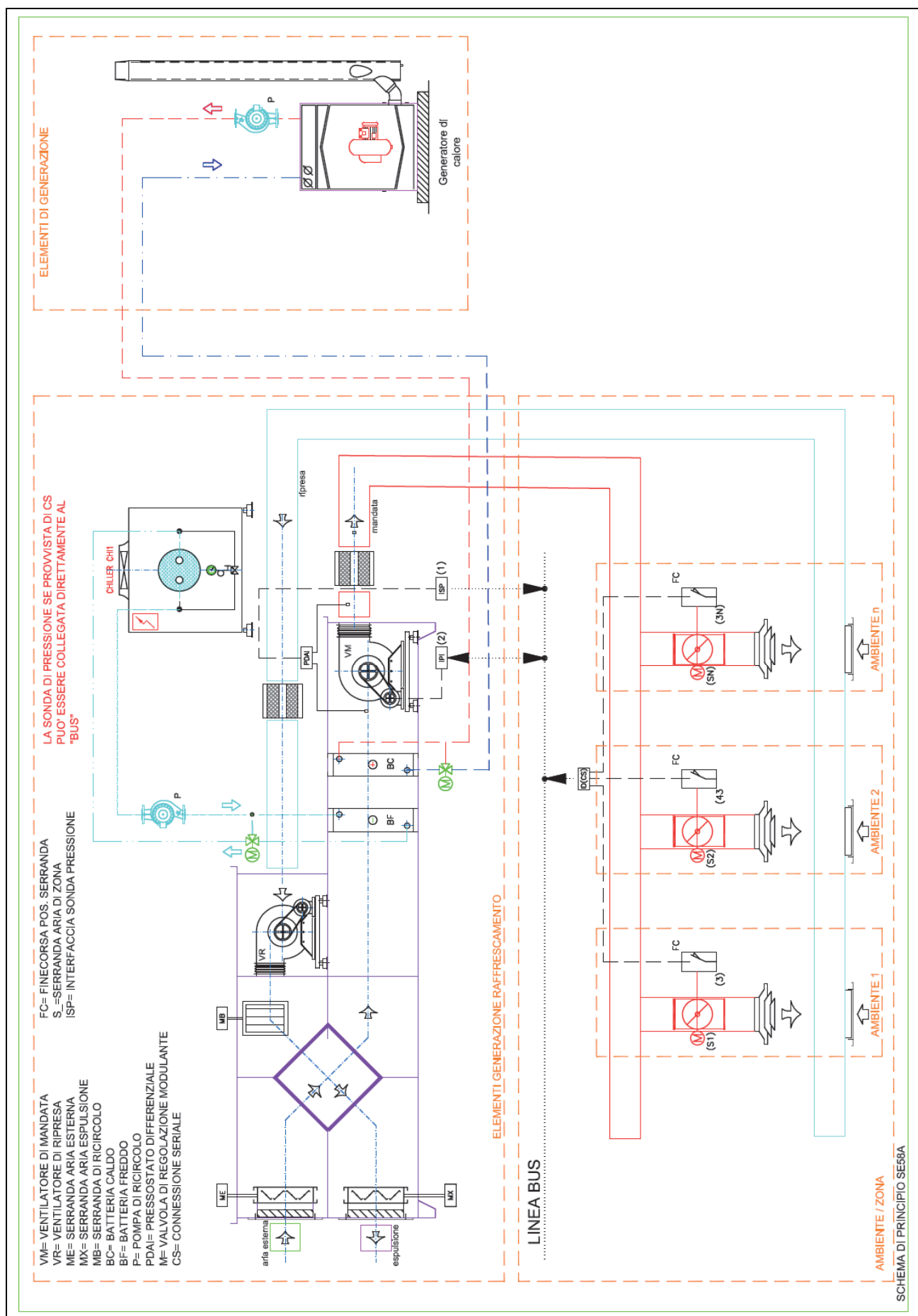
La riduzione del flusso d'aria mandata in ogni ambiente riduce l'energia necessaria per la distribuzione (VM e/o VR in Figura 22) ed il condizionamento (UTA in Figura 22).

Scheda tecnica SE57C

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO MANDATA ARIA NELL'UNITÀ TRATTAMENTO ARIA	
SE57C	Controllo On/Off a tempo
Descrizione Questo tipo di controllo contribuisce a raggiungere la classe di efficienza energetica C. Questa funzione è utilizzabile in un sistema comprendente un solo ambiente regolato (ad esempio, sala cinematografica, sala conferenze, teatro), oppure nel locale di riferimento di sistemi multi-ambiente. Influenza il flusso di aria condizionata in ogni locale collegato come parte del sistema multi-locale. L'unità di trattamento aria (UTA) fornisce il flusso per il carico massimo a tutti gli ambienti durante i periodi di occupazione "nominali", predisposti per mezzo di un programma temporale.	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo, estremamente semplice e minimale, di fatto contribuisce al risparmio energetico spegnendo i ventilatori di immissione ed estrazione secondo una logica temporale pre-impostata. A fronte di ciò, tuttavia, non garantisce un'ottimizzazione nei periodi di non occupazione dei locali. La funzione è poco efficiente e provoca significative perdite energetiche nella distribuzione a carico parziale specialmente in edifici non-residenziali.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Orologio di sistema
2)	Attuatore mandata aria
3)	Interfaccia binaria
Funzionamento L'immissione (mandata) aria in ambiente è controllata dai ventilatori VM e VR (v. in fig. 6) ed è impostata per il massimo carico. Un programma a orario fisso, predisposto in 1), controlla l'accensione e lo spegnimento dei ventilatori di immissione (VM) ed estrazione (VR) tramite 2). Per il risparmio energetico è opportuno spegnere i generatori dell'UTA quando i ventilatori sono inattivi: ciò può essere realizzato dotando, ad esempio, l'attuatore 2) di apposito messaggio verso i regolatori dell'UTA.	



CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO MANDATA ARIA NELL'UNITÀ TRATTAMENTO ARIA	
SE58A	Controllo automatico di portata o prevalenza
Descrizione Questa funzione è utilizzabile in un sistema comprendente più ambienti/zone. Influenza il flusso di aria condizionata in ogni locale collegato come parte del sistema multi-locale. Il flusso d'aria si adatta alla richiesta del carico (numero totale o parziale di utenze/ambienti collegati).	
Come si risparmia energia Grazie alle serrande ed al variatore di velocità del ventilatore, si adegua il flusso d'aria alla richiesta effettiva per gli ambienti occupati. I motivi di risparmio energetico che fanno prediligere un impianto a portata variabile ad uno a portata fissa sono legati al tempo di funzionamento ai massimi carichi durante l'intero anno. Considerato che il fluido termovettore caldo lavora con salti termici di 10...15 °C e quello freddo su salti decisamente più contenuti (5 °C), risulta evidente che le portate che concorrono a garantire il fabbisogno termico sono più elevate per il fluido freddo rispetto a quello caldo secondo l'equazione: $E = Q (\Delta T)$. L'impianto a portata variabile prevede la fase di riscaldamento a portata minima di aria in ambiente (30% della portata totale), mentre l'azione di raffrescamento avviene aumentando la portata di aria satura fredda da 30 a 100%. Considerando inoltre che un impianto funziona al carico massimo per cui è stato progettato solamente per pochi giorni all'anno, risulta evidente che se il metodo di funzionamento che si adotta è quello della portata variabile, le ore di funzionamento ai massimi carichi e quindi alla massima portata saranno ben poche durante l'arco della giornata. Quindi un impianto a portata variabile funziona prevalentemente a portate ridotte rispetto ad uno a portata fissa che invece funziona sempre al 100% delle portate d'aria. Ciò si traduce in un notevole risparmio di energia elettrica impiegata per il funzionamento dei veri ventilatori.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Interfaccia BUS: legge il segnale analogico del sensore di pressione differenziale P e lo trasferisce sulla linea BUS
2)	Attuatore ventilatore: regola la velocità del ventilatore in base al valore di pressione
Funzionamento Le serrande d'ambiente S1, S2, Sn, chiuse o aperte, realizzano il carico variabile per la portata d'aria nel condotto di mandata generale. Qui è installato il sensore di pressione P che invia all'interfaccia BUS 1) il valore variabile di pressione differenziale (ad es. differenza tra pressione nel canale e ambiente circostante). L'attuatore del ventilatore 2) regola la pressione d'aria nel canale al valore prescritto per compensare la variazione di pressione ogni volta che una serranda cambia di stato. Il valore di pressione differenziale prescritto può essere funzione del numero di serrande installate. Una compensazione corretta si ottiene variando il valore prescritto in funzione del numero di serrande aperte rispetto al numero totale. In tal caso l'attuatore 2) dovrà ricevere dal BUS il messaggio che contiene tale numero (ad es. tramite un dispositivo ausiliario montato su ogni serranda, non visualizzato nello schema).	

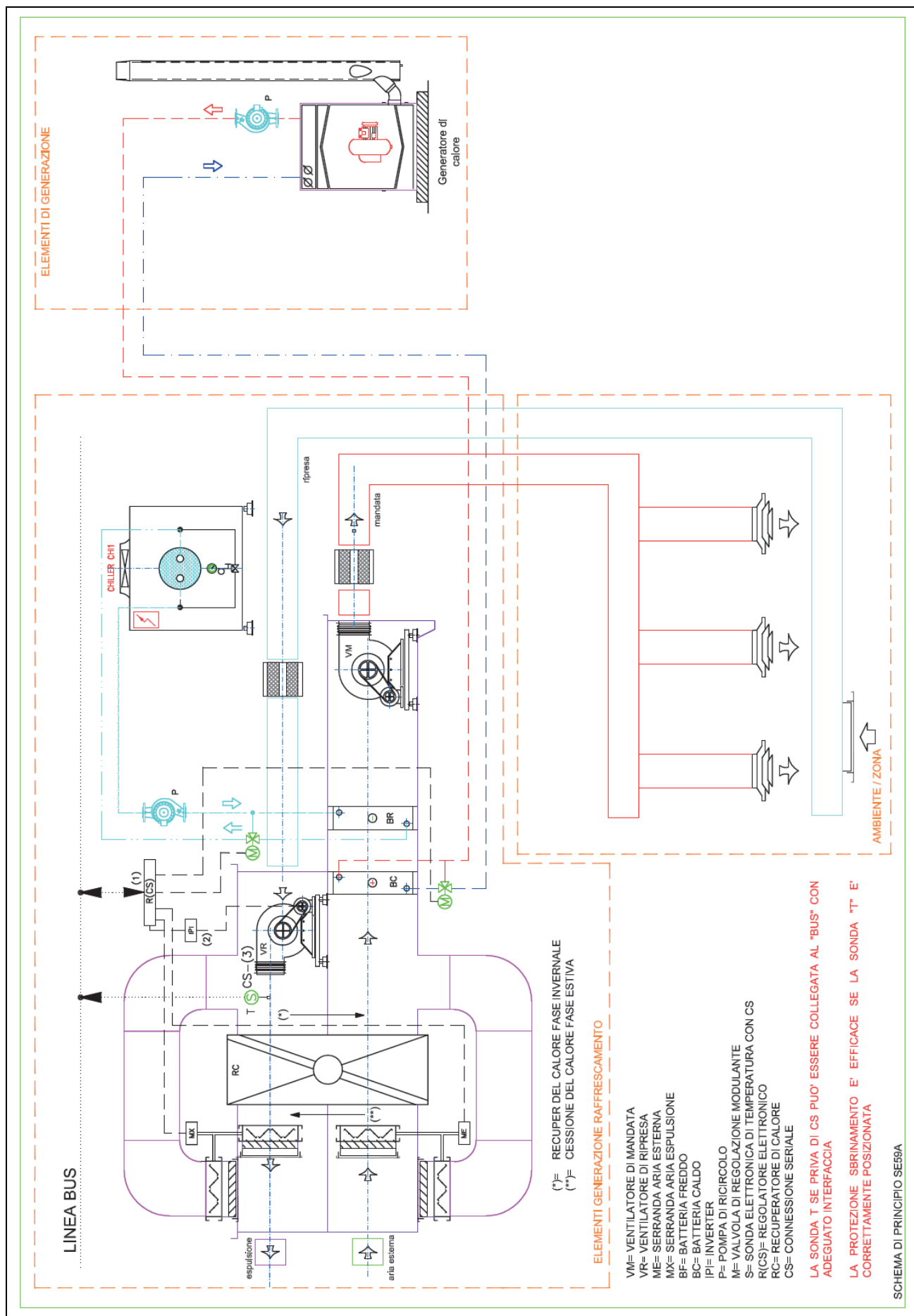


6.5.3 Controllo sbrinamento del recuperatore di calore

Il recuperatore di calore (RC nello schema di principio) può essere utilizzato in cascata ed a valle dell'unità di miscelazione aria UMA per recuperare calore dall'aria di ripresa nella stagione fredda e trasmetterlo all'aria di mandata. Viceversa, nella stagione calda, cede il calore dell'aria esterna all'aria di ripresa, che viene espulsa. Il recuperatore di calore è in diretto contatto con l'aria esterna.

Scheda tecnica SE59A

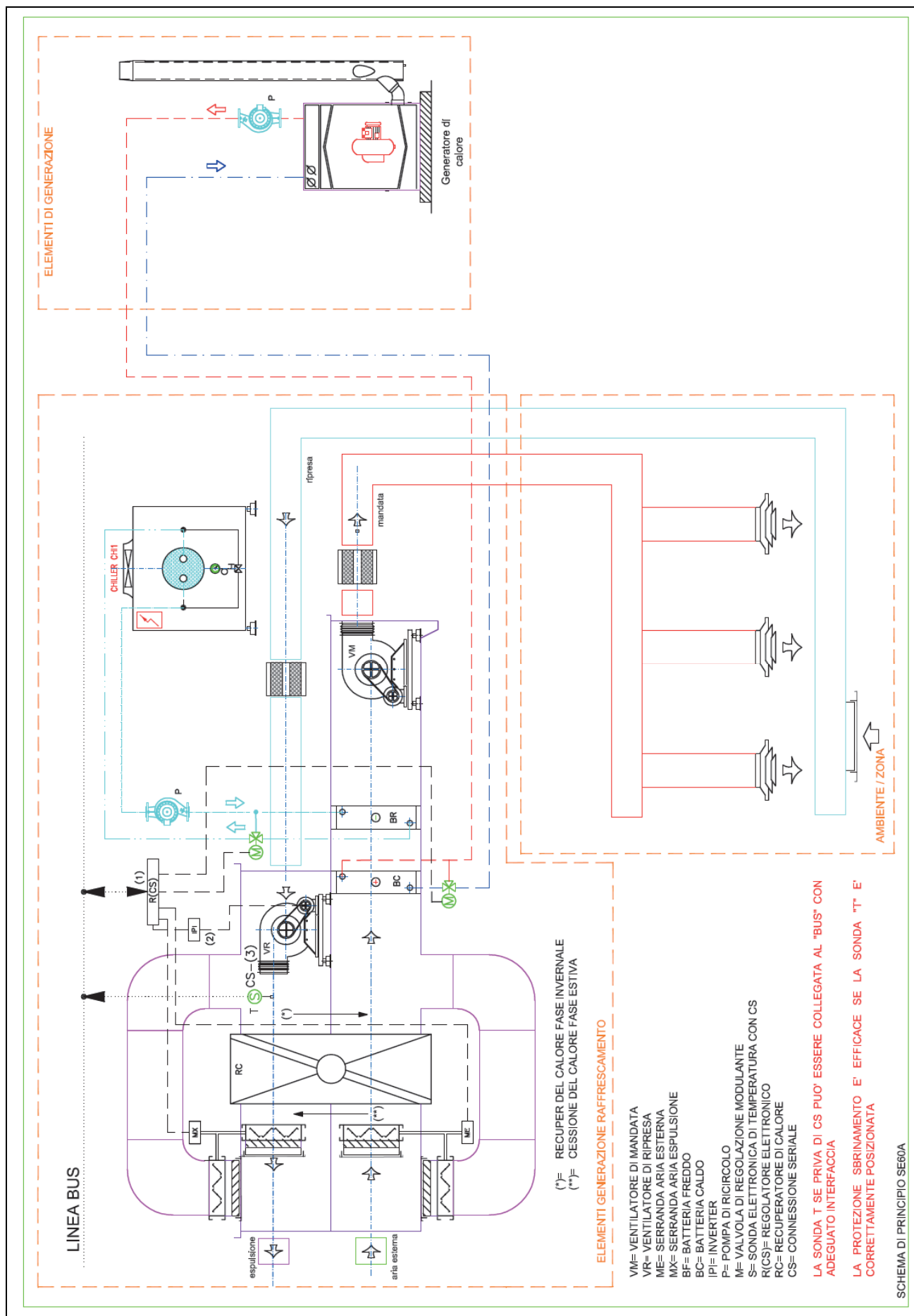
CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO SBRINAMENTO RECUPERATORE DI CALORE	
SE59A	Recuperatore con controllo di sbrinamento
Descrizione Durante il periodo freddo è possibile che, a causa della presenza di acqua di condensa, si formi brina o ghiaccio nel recuperatore. Tale fenomeno può occludere progressivamente la batteria di recupero, diminuendo il rendimento della macchina e rendendo difficoltoso il passaggio dell'aria, con conseguente spreco di energia. Questo problema si può evitare controllando la temperatura dell'aria espulsa: se la temperatura diminuisce oltre un certo limite si può agire sull'UTA spegnendola oppure posizionare la serranda di bypass del recuperatore, se presente, fino ad escluderlo completamente. Se il recuperatore non è statico si può spegnerlo oppure, se è modulante, diminuire la sua capacità di recupero.	
Come si risparmia energia La non formazione del ghiaccio nel recuperatore è una funzione semplice ma indispensabile per il raggiungimento di un funzionamento ottimale del sistema. Se non presente, si abbatte pesantemente il livello di efficienza energetica dell'intero sistema, tanto da non permettere il superamento della classe D di quest'ultimo (anche qualora le altre funzioni fossero autonomamente di classe superiore).	
Riferim.	Esempio di Realizzazione
1)	Regolatore ventilatore di scarico, sequenze UTA e posizionamento di serrande RC
2)	Attuatore ventilatore VR
3)	Sonda temperatura aria di espulsione
Funzionamento Il fenomeno della formazione di ghiaccio nel recuperatore si rileva tramite la sonda di temperatura, S, sul canale di espulsione a valle del recuperatore. Il regolatore 2) agisce sulla serranda di bypass in maniera on/off oppure modulante per attuare l'esclusione del recuperatore dal flusso di aria sia entrante che uscente. È presupposto necessario provvedere opportune canalizzazioni di by-pass del recuperatore.	



6.5.4 Controllo surriscaldamento recuperatore di calore

Scheda tecnica SE60A

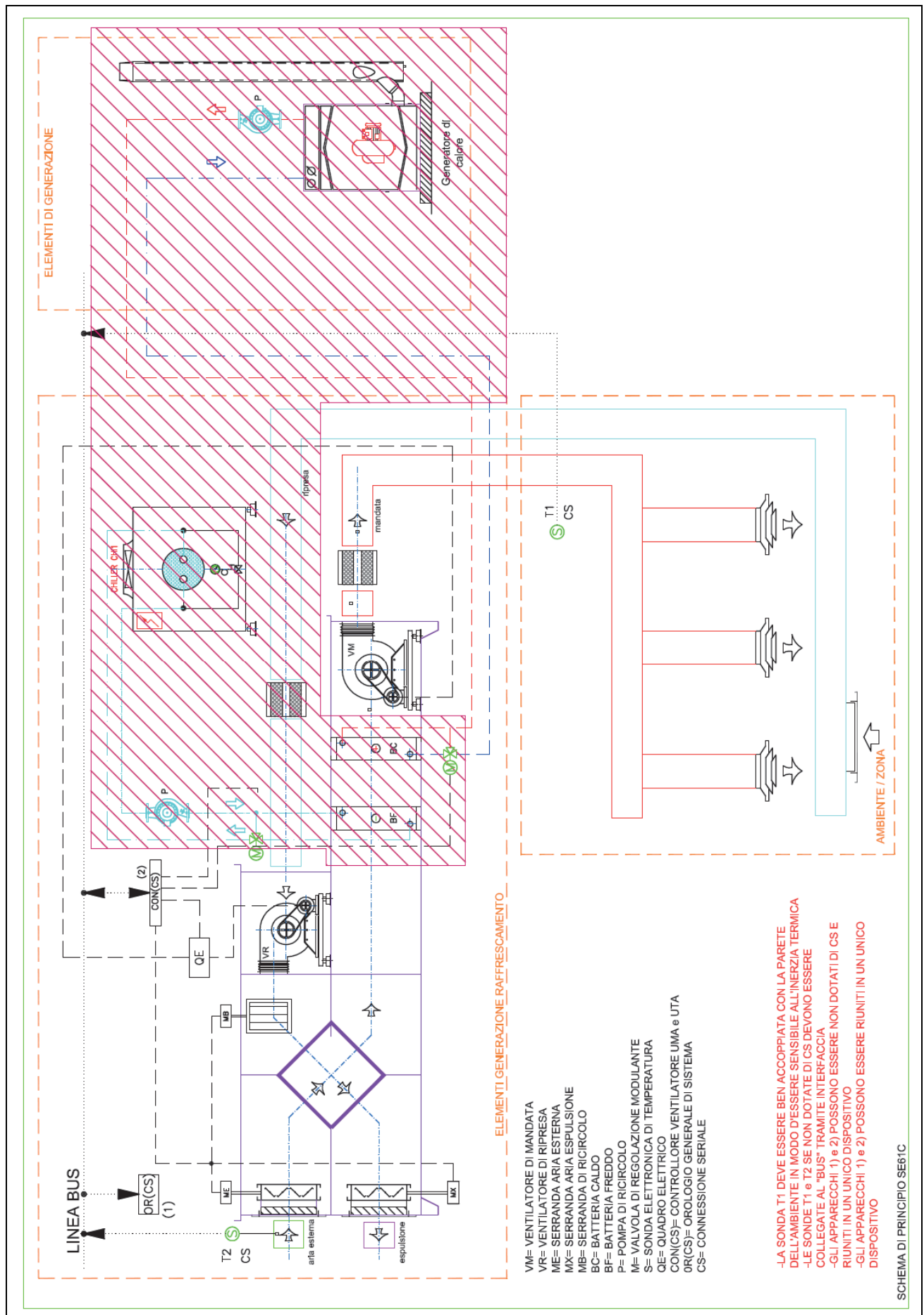
CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO SURRISCALDAMENTO RECUPERATORE DI CALORE	
SE60A	Controllo di surriscaldamento recuperatore di calore
Descrizione Nella stagione calda il funzionamento prolungato del recuperatore può essere controproducente e provocare il surriscaldamento dell'aria di mandata con conseguente attivazione della batteria del freddo nell'UTA e inutile spreco di energia: in tal caso è necessario fermarlo o escluderlo dal canale di mandata. Un controllo della temperatura del recuperatore di calore evita il surriscaldamento dell'aria di mandata.	
Come si risparmia energia Il controllo di surriscaldamento recuperatore di calore è una funzione semplice ma indispensabile per il raggiungimento di un funzionamento ottimale del sistema. Se non presente, si abbatte pesantemente il livello di efficienza energetica dell'intero sistema, tanto da non permettere il superamento della classe D di quest'ultimo (anche qualora le altre funzioni fossero autonomamente di classe superiore).	
Esempio di realizzazione Il costruttore del recuperatore/UTA normalmente fornisce le informazioni per il corretto posizionamento di sensori di temperatura e relativi attuatori, al fine di fermare la macchina in caso di sovratemperatura che ne impedisca il corretto funzionamento nella stagione calda. Tali mezzi sono fortemente dipendenti dal tipo (es. recuperatore a scambiatori, a massa rotante, flussi incrociati, ecc.) e dalla costruzione utilizzata, perciò il controllo di sovratemperatura può essere richiesto al costruttore della macchina o al fornitore dell'automazione.	
Funzionamento Durante il periodo di raffrescamento dell'aria esterna (estate) il funzionamento del recuperatore può, come visto, provocare surriscaldamento dell'aria di mandata, perciò è necessario fermarlo o, se statico a flussi incrociati, escluderlo con opportune canalizzazioni e serrande di by-pass. Quando le condizioni di temperatura lo permettono il recuperatore si avvia automaticamente.	



6.5.5 Raffrescamento meccanico gratuito

Scheda tecnica SE61C

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
RAFFRESCAMENTO MECCANICO GRATUITO	
SE61C	Raffrescamento notturno
Descrizione La ventilazione notturna consente di sfruttare (specialmente nelle mezze stagioni) l'aria esterna notturna per pre-raffreddare i locali durante la notte, in modo da risparmiare energia nel condizionamento del giorno successivo. È attiva la sola ventilazione, mentre le batterie calde e fredde sono disattivate.	
Come si risparmia energia Questa funzione permette, soprattutto nei periodi di mezza stagione, di approfittare delle temperature notturne più basse per preraffreddare i locali, con il solo consumo di energia per la ventilazione la notte e riducendo l'energia necessaria al raffrescamento durante il giorno.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Orologio di sistema con programmazione di orario giorno-notte
2)	Regolatore serrande (UMA), ventilatori, UTA
S	Le sonde di temperatura: inviano sul BUS la misura di temperatura;
Funzionamento L'orologio di sistema 1) stabilisce l'orario entro il quale è abilitato il raffrescamento notturno. La sonda T1) rileva la temperatura d'ambiente e la sonda T2) temperature esterna. L'attivazione del "raffrescamento notturno" avviene ad orario se: - la temperatura ambiente è superiore ad un valore fissato (Sp1): $T1 > Sp1$ - la temperatura esterna è superiore ad un valore fissato (Sp2): $T2 > Sp2$. (Se T2 fosse inferiore a Sp2 il calore accumulato di giorno nelle pareti riuscirebbe a disperdersi all'esterno senza necessità di ventilazione forzata.) - la differenza di temperatura fra ambiente ed esterno supera un valore fissato (Sp3): $T1 - T2 > Sp3$ Il Regolatore 3) esegue i confronti di cui sopra ed in sequenza: - disattiva l'unità di trattamento aria (UTA); - apre le serrande di espulsione (MX) e dell'aria esterna (ME) e chiude la serranda di ricircolo (MB); - attiva la ventilazione forzata (VM e VR) Il raffrescamento, che sarebbe lento a causa dell'inerzia termica dell'edificio (massa), diventa veloce ed economico.	



CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO

RAFFRESCAMENTO MECCANICO GRATUITO

SE62A

Raffrescamento gratuito (free cooling)

Descrizione

Nelle mezze stagioni è possibile raffrescare gli ambienti senza utilizzare l'unità di trattamento aria (UTA) ed il recuperatore di calore, bensì utilizzando l'aria esterna quando presenta una temperatura inferiore quella dell'aria interna. Si noti che senza l'intervento dell'UTA l'aria d'ambiente segue le condizioni di temperatura dell'aria esterna sommandovi eventuale calore estraneo (irraggiamento solare, presenza di persone, apparecchi elettrici), quindi rimanendo sempre un po' più calda. La regolazione progressiva delle serrande di aria esterna (ME), di espulsione (MX) e di ricircolo (MB) consente di miscelare l'aria interna (ricircolo) con quella esterna per raffrescare l'ambiente. Nel campo di temperatura esterna 10÷20°C (mezze stagioni) il regolatore di temperatura ambiente può essere tarato in modo da compensare il calore estraneo con una quantità maggiore di aria esterna (raffrescamento gratuito).

Come si risparmia energia

Questa funzione permette, durante i periodi di mezza stagione, di ottimizzare il raffrescamento con il solo consumo di energia per la ventilazione e riducendo l'energia necessaria al funzionamento delle UTA. Poiché la temperatura esterna rimane nel campo indicato nella descrizione (10÷20°C) per diversi mesi l'anno, con questo provvedimento si possono ottenere notevoli risparmi.

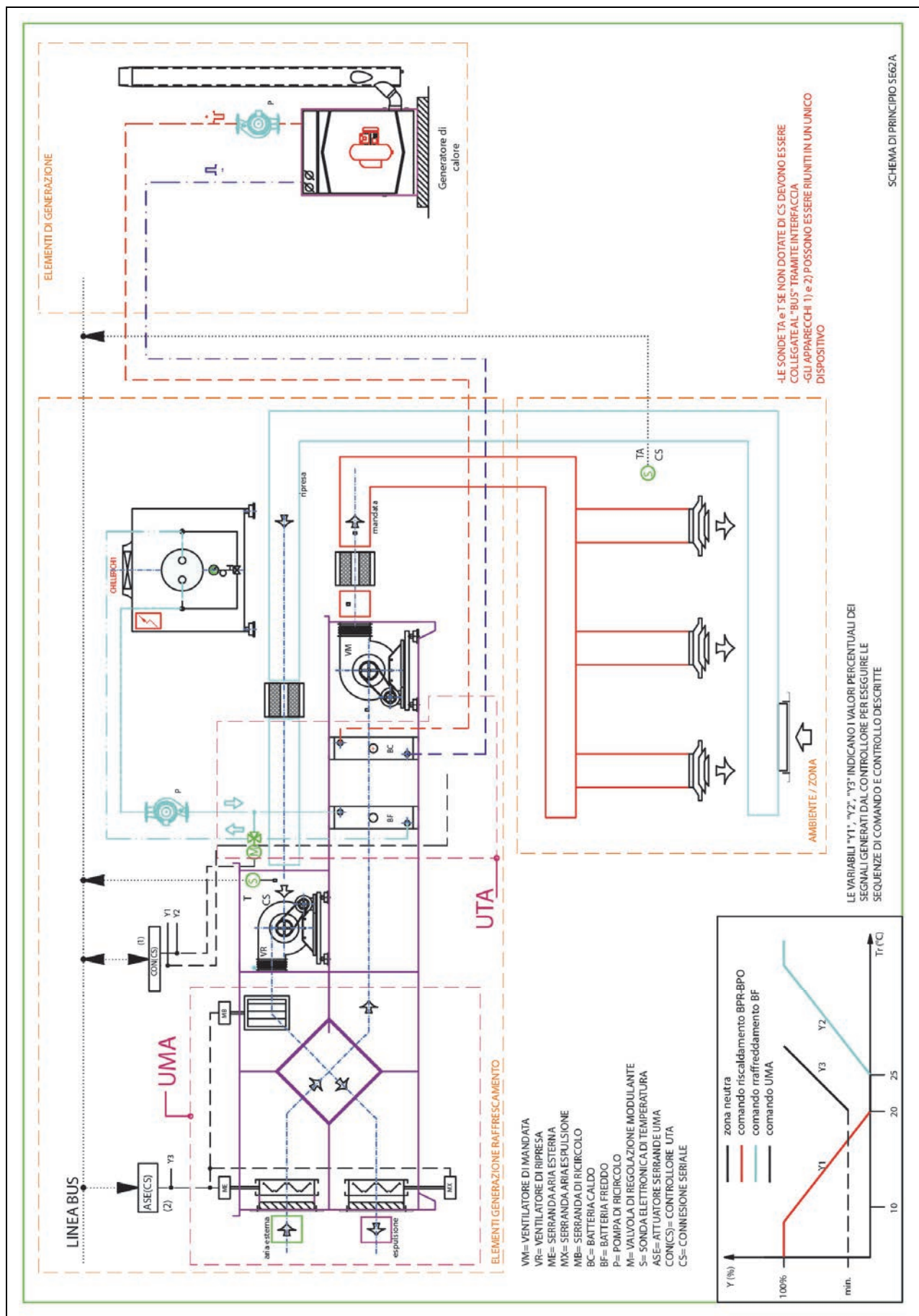
Bisogna però porre attenzione: ai fini del raffrescamento gratuito deve essere esaminata non solamente la temperatura ma il calore totale dell'ambiente e quello dell'aria esterna. Talvolta il risparmio dovuto al free cooling può realizzarsi grazie ad un basso valore di latente dell'aria esterna, ma talaltra, con valori di latente esterno alti, il controllo della sola temperatura abilita l'uso dell'aria esterna anche in condizioni di latente alto immettendo aria energeticamente più carica di quella ambiente, anche se a temperatura più bassa. Quindi per attuare un effettivo raffrescamento gratuito è necessario controllare sia temperatura che umidità ambiente (come illustrato nella scheda tecnica SE63A).

Esempio di Realizzazione

Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore UTA: attiva le batterie del caldo e freddo in dipendenza dalla T_{amb} secondo i diagrammi di regolazione e invia sul BUS i segnali per la regolazione di UMA
2)	Attuatore ASE: pilota i motori delle serrande di aria esterna (ME), di espulsione (MX) e di ricircolo (MB)
S	Le sonde di temperatura: inviano sul BUS la misura di temperatura;

Funzionamento

La sonda TA misura la temperatura ambiente, il regolatore CON comanda le batterie di riscaldamento BC e raffrescamento BF con le valvole M per mantenere la temperatura prescritta nell'ambiente (es. 20°C). Quando quest'ultima aumenta (ad es. per presenza di calore estraneo) la UMA interviene sulle serrande per miscelare l'aria esterna (più fresca di quella interna) con l'aria di ricircolo, senza far partire la batteria di raffrescamento BC. Con ciò si ottiene il raffrescamento gratuito (free cooling) misurando la sola temperatura ambiente. In alternativa alla sonda Ta può essere utilizzata una sonda di temperatura sull'aria di ripresa. Il vantaggio della sequenza illustrata sta nel fatto che la temperatura di attivazione della batteria di raffrescamento (BF) non viene raggiunta se l'aria esterna è abbastanza fresca e perciò la BF non interviene: il raffrescamento dell'ambiente risulta gratuito.



CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
RAFFRESCAMENTO MECCANICO GRATUITO	
SE63A	Controllo H-x, entalpia
Descrizione Vedasi funzione SE62A. In questo caso, per il raffrescamento, si tiene conto anche dell'umidità esterna e di conseguenza dell'entalpia. Questa grandezza, come noto, indica il contenuto energetico di una sostanza nelle date condizioni di temperatura, umidità e pressione [KJ/Kg]. L'aria esterna è utilizzata per la miscelazione con il ricircolo solo se le condizioni energetiche (temperature ed umidità) sono convenienti e cioè se l'entalpia dell'aria esterna è inferiore a quella dell'aria ambiente (ripresa). Il calcolo dell'entalpia, basato sull'umidità e la temperatura misurata, viene eseguito direttamente da un apposito rilevatore. Questa impostazione permette di risparmiare energia nel trattamento di umidità e temperatura dell'aria (UTA).	
Come si risparmia energia Attraverso opportune rilevazioni di umidità e temperatura, è possibile ottimizzare il consumo di energia per il raffrescamento e condizionamento dell'aria come descritto nel caso precedente SE62A, mantenendo comunque anche un livello di umidità adeguato a garantire una condizione di benessere.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore UTA: regola temperatura e umidità di mandata in base alle relative misure ricevute
2)	Attuatore ASE: pilota i motori delle serrande di aria esterna (ME), di espulsione (MX) e di ricircolo (MB)
TH	Sonde di entalpia: rilevano i segnali analogici di umidità relativa e temperatura
Funzionamento Le sonde di entalpia TH1 e TH2 (sonde combinate di temperatura e umidità) consentono di calcolare i relativi valori di entalpia. Se l'entalpia dell'aria esterna è inferiore a quella dell'aria di ripresa (ambiente) invia, tramite BUS, all'attuatore ASE, 3), il comando di aprire progressivamente le serrande dell'aria esterna (ME) e/o del ricircolo (MB) per ottenere la miscela a più basso valore di entalpia in modo da far risparmiare energia di trattamento nel controllo di UTA.	

6.5.6 Controllo della temperatura di mandata

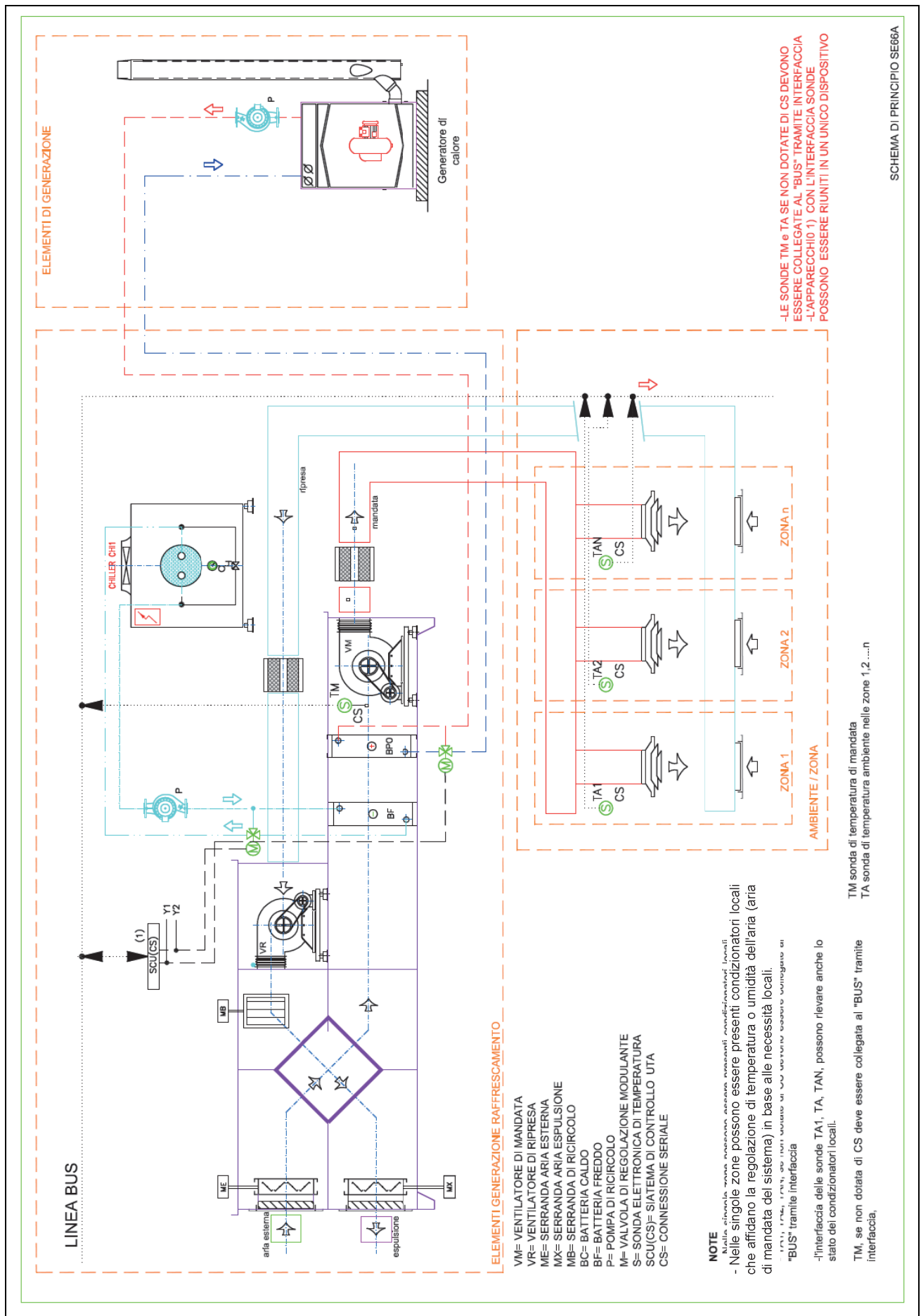
Scheda tecnica SE64C

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA	
SE64C	Set point costante
Descrizione La temperatura di mandata è predisposta manualmente a livello di UTA (temperatura prescritta) per il carico massimo previsto (= tutti i locali controllati). Il set point è costante, ma in caso di necessità spesso viene variato manualmente e raramente ripristinato a livelli corretti: ne deriva una scarsa efficienza a carico variabile ed in caso di predisposizioni non corrette. Ciò è valido sia per il riscaldamento che per il raffrescamento. Non è possibile controllare l'interblocco tra riscaldamento e raffrescamento se nelle singole stanze è presente un climatizzatore aggiuntivo regolabile.	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo, estremamente semplice e minimale, di fatto contribuisce al risparmio energetico permettendo la modifica manuale del set point che altrimenti rimane costante. Lo svantaggio è che, spesso, la regolazione del set point non è successivamente ripristinata/adattata alla situazione ottimale nei momenti successivi.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
1)	Regolatore UTA (v. scheda SE63)
TM	Sonda di temperatura
Funzionamento L'impostazione della temperatura prescritta di mandata viene eseguita manualmente a livello di CON, 1), con il potenziometro STP. La sonda TM invia tramite "BUS" il valore della temperatura misurata. Lo scostamento rispetto al valore prescritto viene annullato da CON comandando progressivamente le batterie del caldo (BC) o del freddo (BF) secondo il diagramma illustrato.	

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA	
SE65B	Set point variabile con compensazione in funzione della temperatura esterna
Descrizione Il set point della temperatura di mandata è impostato per il carico totale, previsto costante, nei diversi locali serviti. La temperatura di mandata è regolata in base a una semplice funzione (es. lineare) della temperatura esterna (corrispondente alla probabile domanda delle singole stanze allacciate) e non può tener conto delle richieste di variazione (ad es. per calore estraneo o condizionamento aggiuntivo locale) dei singoli locali. Non è possibile controllare l'interblocco tra riscaldamento e raffrescamento se nelle singole stanze è presente un climatizzatore aggiuntivo regolabile.	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo contribuisce al risparmio energetico prevedendo la regolazione automatica della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna, basandosi su una presumibile richiesta di riscaldamento dei singoli ambienti. In questa configurazione non è presa in conto l'eventuale parzializzazione dei carichi. Di conseguenza, con questo sistema di controllo non è realizzato il possibile ulteriore risparmio energetico dovuto ad una regolazione basata sul carico reale e la reale domanda di riscaldamento nei singoli ambienti.	
Esempio di Realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore CON per UTA (v. scheda SE63)
TM	Sonda di temperatura
Funzionamento Il controllo della temperatura di mandata è condizionato dalla temperatura esterna (compensazione climatica). La curva di compensazione viene memorizzata nel regolatore CON (1) che regola l'inserimento delle batterie calda (BC) e fredda (BF). Tale curva permette di aumentare la temperatura di mandata invernale ed estiva entro intervalli di variazione prestabiliti della temperatura esterna. Ciò consente notevole risparmio nel raffrescamento estivo e miglior comfort nel riscaldamento invernale. In quest'ultimo caso, per temperature esterne inferiori a 5°C, compensa l'influenza negativa delle pareti fredde sulle condizioni di benessere (temperatura percepita) degli occupanti.	

Scheda tecnica SE66A

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA	
SE66A	Setpoint variabile con compensazione in funzione del carico
Descrizione Utilizzato prevalentemente in grandi edifici (ad esempio alberghi, ospedali). Il set point della temperatura di mandata è funzione dei carichi attivi nei diversi locali. La regolazione può essere realizzata con un sistema che centralizza la raccolta dei dati relativi alle temperature e/o allo stato degli attuatori nelle stanze e imposta di conseguenza la temperatura di mandata.	
Come si risparmia energia Questo sistema di controllo ottimizza il risparmio energetico riducendo la produzione di caldo e freddo alla quantità strettamente necessaria, limitando il riscaldamento / raffreddamento da parte dei termovettori locali nei singoli ambienti, ed evitando perdite nella produzione e nella distribuzione.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Sistema di controllo SCU per UTA: riceve i dati relativi allo stato degli ambienti ed elabora un set point per la predisposizione del regolatore integrato nell'UTA
TM	Sonda di temperatura
Funzionamento Il sistema di controllo SCU raccoglie i dati di carico (esemplificati con il valore di temperatura ambiente) provenienti da tutti gli ambienti/zone e ottimizza il valore di temperatura di mandata Tm con sequenze di caldo o freddo.	



6.5.7 Controllo Umidità

Il controllo dell'umidità relativa negli ambienti riveste una grande importanza sia per il comfort degli occupanti, sia ai fini del risparmio energetico. Si ricorda che la prescrizione più condivisa per l'aria d'ambiente è:

Temperatura ambiente = 20°C con Umidità relativa = 50%.

La seguente tabella dà un'idea dell'ordine di grandezza dei consumi energetici necessari alla regolazione dell'umidità dell'aria condizionata nella stagione invernale ed estiva.

Consumi per	Riscaldamento Invernale	Raffrescamento Estivo
Regolazione Ta	70%	30%
Regolazione Ur	30%	70%
Esempio di totali annuali per ogni Kg/h di aria trattata	50000 KJ	7800 KJ

Tabella 23 - Consumo invernale ed estivo per il controllo di temperature e umidità relativa negli ambienti

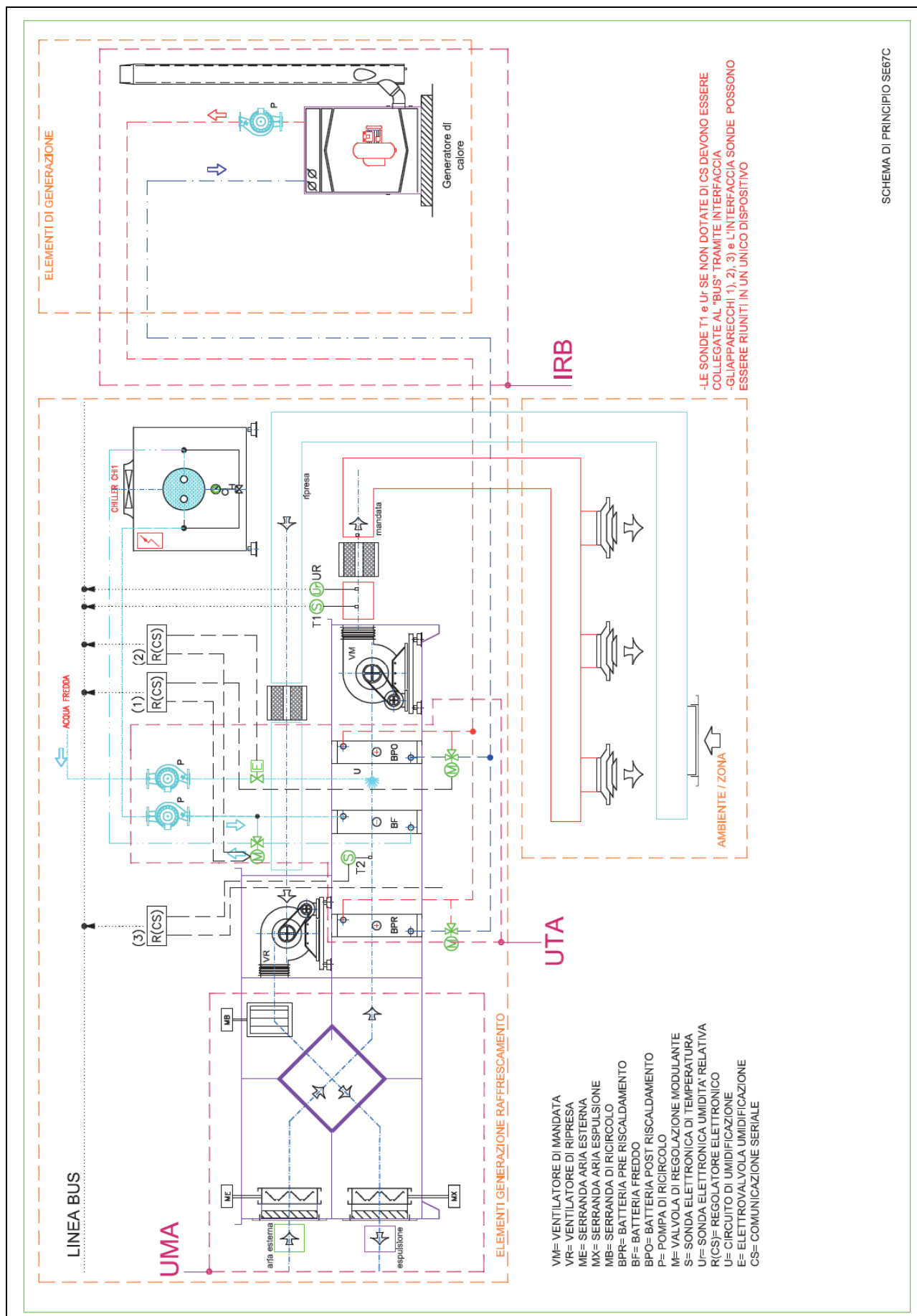
Note:

- i totali annui dipendono dalla dislocazione geografica
- i chilogrammi/ora [Kg/h] di aria trattata dipendono dal volume dell'ambiente e dal numero dei ricambi richiesto.

L'umidificazione e la deumidificazione dell'aria sono processi che coinvolgono tutte le macchine che fanno parte dell'UTA (batterie di riscaldamento, di raffrescamento ed umidificatori). Ad esempio per la "deumidificazione con regolazione del punto di rugiada" si deve raffreddare l'aria sino al punto di condensazione e successivamente riscaldarla per ottenere la richiesta umidità relativa.

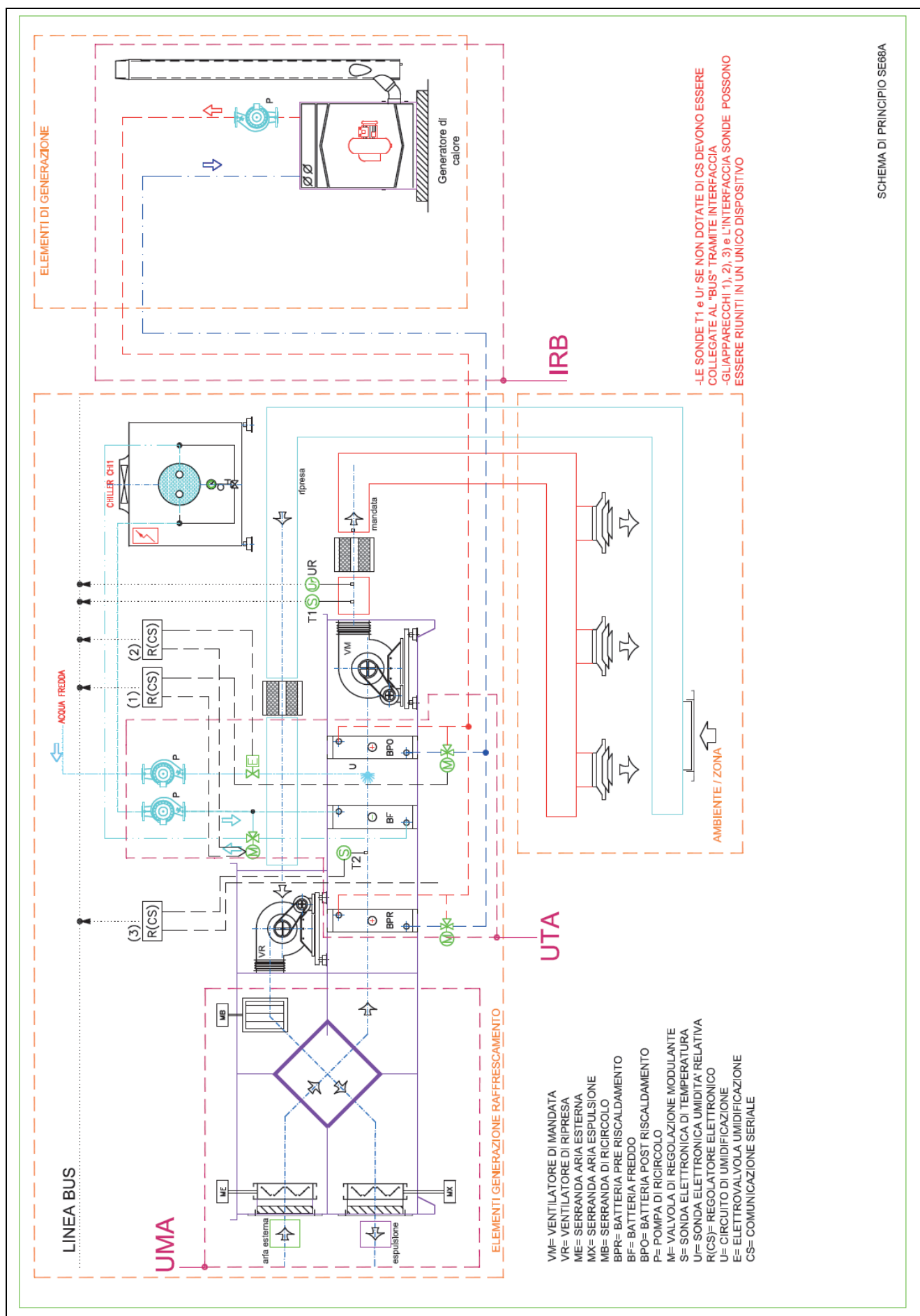
I processi dipendono dal tipo di umidificatore utilizzato (a regolazione del punto di rugiada, a ugelli regolabili, a vapore) e richiedono una diversa impostazione delle batterie del caldo e del freddo e delle relative sequenze di funzionamento, con diversa ubicazione delle sonde di temperatura e umidità lungo il canale di mandata, nell'ambiente regolato o nella ripresa. Per evitare una trattazione troppo estesa, non rispondente ai fini della presente guida, sono considerati solo gli elementi più significativi.

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO UMIDITÀ	
SE67C	Controllo del punto di rugiada dell'aria.
Descrizione Ferme restando tutte le considerazioni fatte alle precedenti schede in materia di trattamento dell'umidità relativa, per meglio capire quanto esposto nella presente scheda è necessario ricordare che se le variazioni di umidità dell'aria sono provocate da variazioni di temperatura si ha un rapporto diretto tra temperatura e umidità, la qual cosa porta ad avere ben precise e prevedibili variazioni di umidità trattabili con le metodologie fin qui viste. Diverso invece è il caso in cui esse non risultano essere intercollegate. Ad esempio mettendo a bollire dell'acqua in un ambiente si avrà che tutto il calore sensibile fornito dal bruciatore oltre il punto di ebollizione dell'acqua si trasformerà in calore latente che permetterà l'evaporazione dell'acqua nell'aria dell'ambiente senza ulteriori variazioni di temperatura al bulbo secco. Questo è un chiaro caso di indipendenza tra umidità e temperatura misurata al bulbo secco ed è una trasformazione che prevede sia l'aumento dell'umidità relativa dell'aria sia il suo contenuto igrometrico. Il raffreddamento di una miscela di aria con elevato contenuto igrometrico provoca un aumento di umidità relativa fino a raggiungere la saturazione (100%) dove si identifica un punto di rugiada. Un ulteriore raffreddamento sotto alla temperatura del punto di rugiada porta alla condensazione del vapore e all'abbassamento del contenuto igrometrico. Bisogna porre molta attenzione nell'evitare di inviare fluidi termovettori a temperatura inferiore alla temperatura del punto di rugiada dell'aria ambiente, perché quest'ultima, a contatto con i corpi raffreddanti condenserebbe con formazione di fastidiose condense, soprattutto nel caso dei solai termoattivi freddi che in genere sono posizionati nei controsoffitti.	
Come si risparmia energia Il controllo del punto di rugiada dell'aria, seppur necessario in alcuni impianti (tessiture, manifatture tabacchi ecc.), non è un buon presupposto per il risparmio energetico nei casi in cui l'umidità relativa non è funzione diretta della temperatura, quindi in presenza di variazioni di carico latente. In tali casi, infatti, si rende necessario in un primo trattamento sotto raffreddare l'aria per abbattere il contenuto igrometrico in eccesso e di postriscaldarla successivamente per controbilanciare il sottoraffreddamento creatosi; ciò causa un dispendio energetico. Ad ogni modo, al fine di ottenere regolazioni efficienti senza dispersioni di energia (ad es. riscaldare e contemporaneamente raffreddare) è importante impostare i set point specifici dei regolatori con zone morte il più possibile ampie.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore di temperatura (T1)
2)	Regolatore di umidità relativa aria (Ur)
3)	Regolatore di temperatura (T2)
T1,T2	Sonde di temperatura
Ur	Sonde di umidità
Funzionamento Identico a SE68 A. ma con impostazione di funzioni interne dei regolatori atte alla gestione del caso. Si consideri che con i moderni strumenti digitali ciò è implementabile mediante specifica programmazione.	



SCHEMA DI PRINCIPIO SE67C

CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO	
CONTROLLO UMITÀ	
SE68A	Controllo dell'umidità
Descrizione L'aria emessa da tutti i locali è miscelata nel canale di ripresa e l'umidità, il cui valore è una media di dei valori in tutti i locali/zone controllati, viene ivi misurata. Sulla base dei valori di umidità relativa e temperatura rilevati nel punto di incrocio di tutti i canali di ripresa, un anello di controllo regola l'umidità dell'aria mandata al valore prescritto in tutti i locali.	
Come si risparmia energia Il controllo dell'umidità dell'aria di mandata, seppur imprescindibile, non è un buon presupposto per il risparmio energetico nei casi in cui l'umidità relativa non è funzione diretta della temperatura, quindi in presenza di variazioni di carico latente. In tali casi, infatti, il riscaldamento (che contrasta il sottoraffreddamento necessario per abbattere il contenuto idrometrico) causa un dispendio energetico. Ad ogni modo, al fine di ottenere regolazioni efficienti senza elisioni di energia (ad es. riscaldare e contemporaneamente raffreddare) è importante impostare i set point specifici dei regolatori con zone morte il più possibile ampie.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Realizzazione
1)	Regolatore di temperatura (T1)
2)	Regolatore di umidità relativa aria (Ur)
3)	Regolatore di temperatura (T2)
T1,T2	Sonda di temperatura
UR	Sonda di umidità
Funzionamento Posizionamento delle sonde T1 e UR nel punto di incrocio dei canali di ripresa dei singoli locali/zone . I set point delle apparecchiature di condizionamento possono avere zone morte allargate rispetto al caso SE67 perché il campo di umidità controllato è minore, risultando da una media: ciò significa minor tempo di funzionamento delle macchine di UTA e maggior risparmio. Inoltre risultano indirettamente misurate e regolate le variazioni di calore sensibile o latente nei singoli locali.	



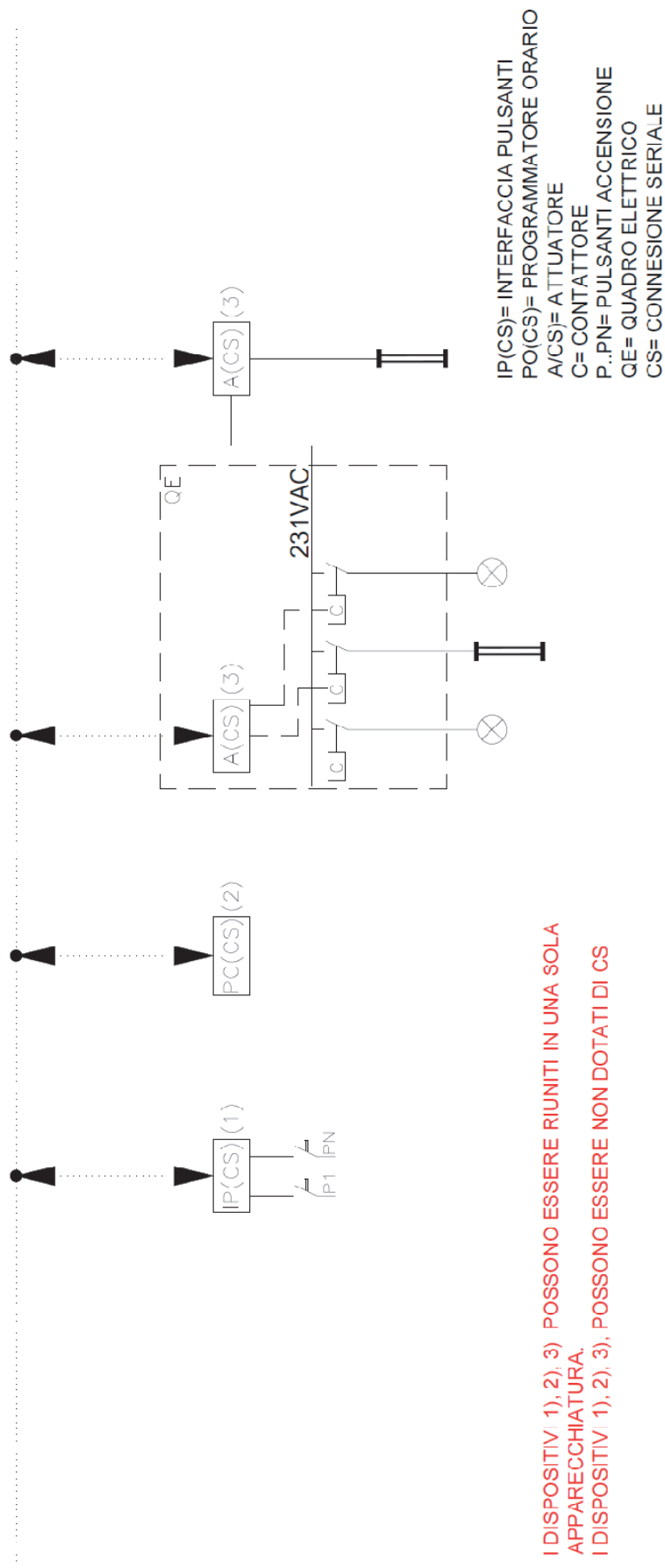
6.6 Illuminazione

6.6.1 Controllo Presenza

Scheda tecnica SE69BC

CONTROLLO ILLUMINAZIONE	
CONTROLLO DI PRESENZA	
SE69BC	Accensione manuale + spegnimento automatico
Descrizione L'illuminazione è accesa e spenta manualmente da uno o più interruttori/pulsanti con chiusura istantanea e ritardo all'apertura del circuito elettrico: un segnale generato automaticamente emette l'impulso di spegnimento automatico almeno una volta al giorno, tipicamente durante la sera per inibire inutili funzionamenti durante la notte.	
Come si risparmia energia Il risparmio di energia è ottenuto inibendo il funzionamento in certi periodi (es. sera, weekend, etc.). Non tiene conto della eventuale occupazione reale dei locali, e del reale livello di illuminazione necessario.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Interfaccia pulsanti: - apparecchio dotato di CS con ingresso pulsanti on/off (per accensione/spegnimento della luce con comando manuale)
2)	- Programmatore orario apparecchio dotato di CS: spegne la luce almeno una volta al giorno, tipicamente di notte, per evitare inutile consumo di energia.
3)	Attuatore: apparecchio dotato di CS comprendente relè o comando statico per accensione / spegnimento della luce.
Funzionamento: Azionando un pulsante (P1, Pn) collegato all'interfaccia 1) si accende o spegne l'illuminazione mediante l'attuatore 3). Il programmatore 2) genera un segnale di spegnimento automatico almeno una volta al giorno, tipicamente nelle ore notturne.	

LINEA BUS

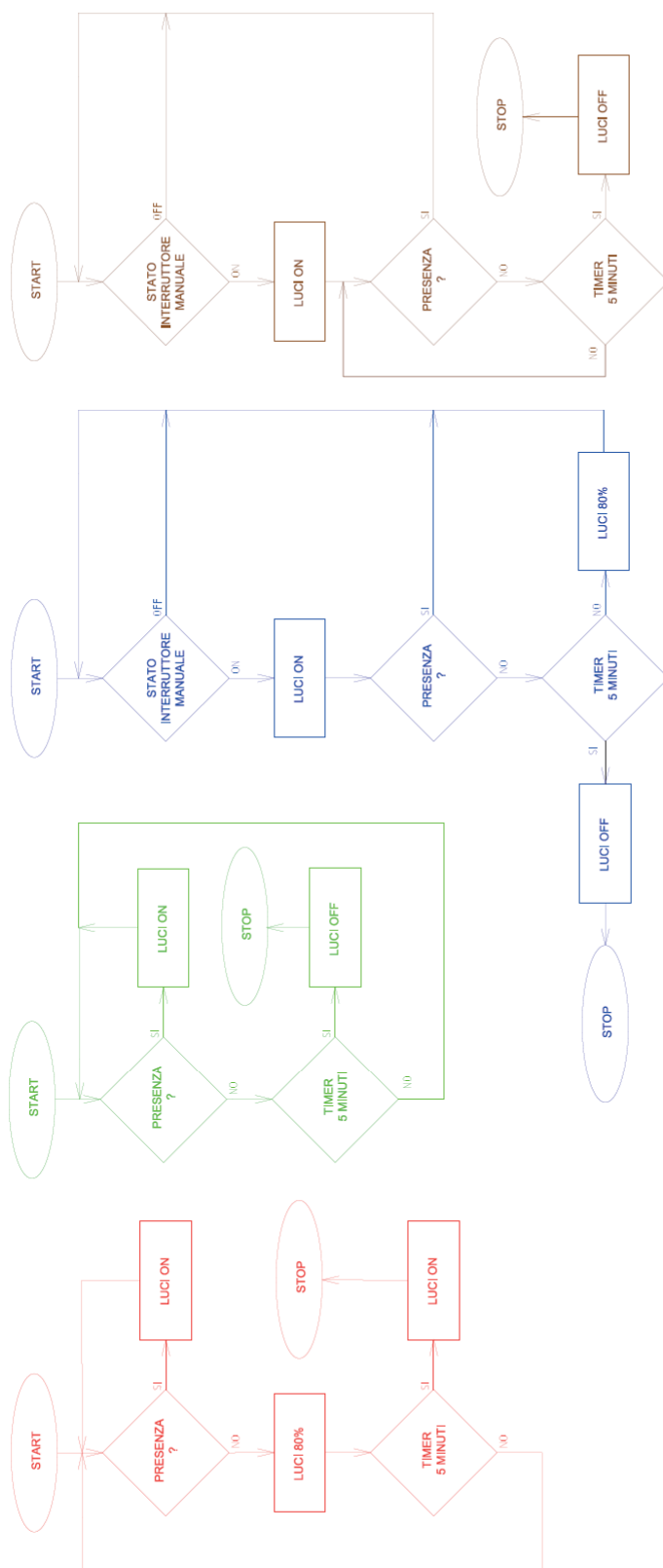


I DISPOSITIVI 1), 2), 3) POSSONO ESSERE RIUNITI IN UNA SOLA APPARECCHIATURA.
 I DISPOSITIVI 1), 2), 3), POSSONO ESSERE NON DOTATI DI CS

SCHEMA DI PRINCIPIO SE69BC

CONTROLLO ILLUMINAZIONE	
CONTROLLO PRESENZA	
SE70A	Rilievo in automatico delle presenze in ambiente
Descrizione Le modalità di funzionamento degli impianti di illuminazione all'interno dei locali controllati si basano sulla verifica automatica della presenza di persone all'interno dei locali controllati mediante apposito sensore. Tali modalità variano in funzione del tipo di utilizzo dei locali controllati, ma lo scopo è quello del raggiungimento di una elevata efficienza di funzionamento raggiungibile mediante l'adeguamento automatico dell'illuminazione alle reali esigenze istantanee dei vari ambienti.	
Come si risparmia energia Il risparmio energetico è derivante dalla riduzione dei consumi dell'illuminazione dovuti all'inutile impiego della luce laddove non necessario. Nelle modalità qui elencate ciò avviene automaticamente e si basa sulla presenza di persone rilevabile nei vari locali mediante apposito sensore. Un tale controllo, se ben studiato, porta ad elevati risparmi che non sarebbero raggiungibili nel caso la gestione dell'illuminazione fosse unicamente demandata all'azione diretta delle persone. Si elencano in questa scheda 4 modalità tra le più usate, ma la possibilità di programmazione che i controller moderni forniscono è presupposto alla creazione di funzioni le più vicine alle singole esigenze.	
Funzionamento: si riportano qui di seguito 4 modalità di funzionamento tra le più usate. si prega di fare riferimento ai flussi logici di funzionamento riportati alla pagina successiva. Auto on / Dimmed off Quando viene rilevata presenza, il sistema attiva automaticamente la specifica illuminazione. Non appena viene rilevata assenza di persone il sistema attenua l'illuminazione del 20% per un periodo massimo di 5 minuti dal momento di rilievo dell'assenza, trascorsi i quali, non intervenendo ulteriori presenze il sistema disattiva l'illuminazione. Auto ON / Auto OFF Il sistema attiva automaticamente l'illuminazione non appena viene rilevata presenza nell'area interessata. Le luci verranno automaticamente spente se l'assenza di persone perdura oltre 5 minuti. Manual ON / Dimmed L'illuminazione può essere attivata solamente per mezzo di un interruttore manuale posizionato nell'area interessata o nelle immediate vicinanze. L'impianto di illuminazione, se non viene spento manualmente, in caso di assenza di persone, viene ridotto del 20% nell'emissione luminosa per un periodo non superiore a 5 minuti prima dello spegnimento totale. Manual ON / OFF L'illuminazione può essere attivata solamente per mezzo di un interruttore manuale posizionato nell'area interessata o nelle immediate vicinanze. L'impianto di illuminazione, se non viene spento manualmente, viene automaticamente disattivato totalmente in caso di assenza di persone per un periodo non superiore a 5 minuti.	

FLUSSO LOGICO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE



AUTO ON DIMMED OFF

MANUAL ON / DIMMED

AUTO ON / AUTO OFF

AUTO ON DIMMED OFF

NOTA

LA SCELTA "SI" OPPURE "NO" IN RIFERIMENTO
AGLI STATI DEI TIMER HA IL SEGUENTE
SIGNIFICATO:

"SI" = CONTEGGIO EFFETTUATO E TEMPO
TRASCORSO
"NO" = CONTEGGIO FERMO O IN CORSO

INIZIO E FINE DEL FLUSSO LOGICO

SCELTA E/O VERIFICA

COMANDO

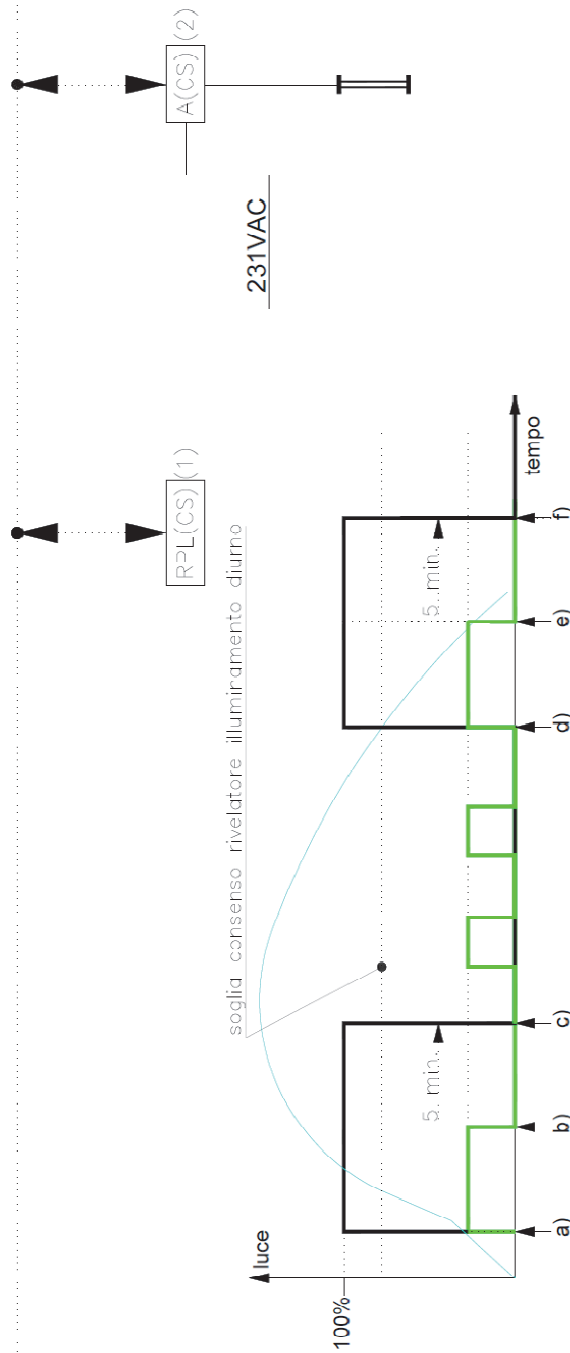
SCHEMA LOGICO FUNZIONI SET0A

6.6.2 Controllo luce diurna

Scheda tecnica SE71A

CONTROLLO ILLUMINAZIONE	
CONTROLLO LUCE DIURNA	
SE71A	Controllo automatico luce diurna
Descrizione Il sistema regola la luminosità delle lampade nell'ambiente in base alla luce proveniente dall'esterno. La luce viene spenta con un ritardo dopo l'ultimo rilevamento di presenza.	
Come si risparmia energia Il risparmio di energia è ottenuto sia spegnendo le luci quando non è rilevata alcuna presenza reale all'interno dei locali, sia regolando (dimmer) l'illuminazione in funzione della luce proveniente dall'esterno. Le luci poi si spengono automaticamente quando non è più rilevata alcuna presenza reale all'interno dei locali; inoltre è prevista un'accensione a luminosità ridotta, di sicurezza, per un breve periodo successivo all'uscita di tutti gli occupanti da ogni singolo ambiente.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Rivelatore di presenza e luce diurna - dotato di CS - rileva la presenza di persone (movimento) e la luminosità dell'ambiente
2)	Attuatore: - On / Off e Dimmer - Dispositivo dotato di CS
Funzionamento Il rivelatore 1) - regola, in funzione della presenza di persone e della luce nell'ambiente, l'intensità di luce per mezzo dell'attuatore 2) - spegne automaticamente la luce con un ritardo pre-impostato dopo l'ultimo rilevamento di presenza.	

LINEA BUS



- a), b) rilevamento presenza illuminamento diurno insufficiente
- b), c) no rivelazione presenza illuminazione, illuminamento diurno sufficiente
- c), d) rilevamento presenza sì-no illuminamento diurno sufficiente, illuminazione off
- d), e) illuminamento diurno insufficiente, rilevamento presenza, illuminazione on
- e), f) ritardo allo spegnimento

— livello illuminazione
— segnale presenza

A(CS)= ATTUATORE
RPL(CS) RIVELATORE DI PRESENZA e
ILLUMINAMENTO DIURNO
CS= CONNESSIONE SERIALE

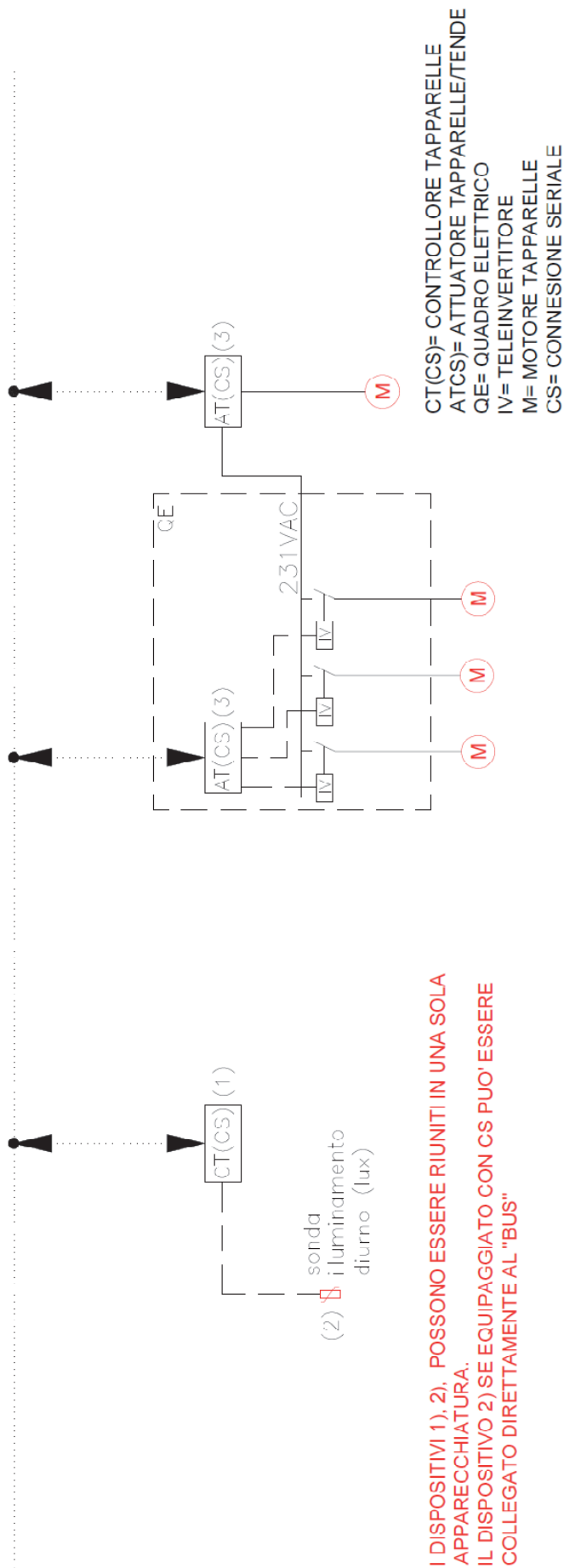
SCHEMA DI PRINCIPIO SE71A

6.7 Schermature solari

Scheda tecnica SE72BC

CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI (ES. TAPPARELLE, TENDE, FACCIAE ATTIVE...)	
Controllo Schermature Solari	
SE72BC	Controllo motorizzato con azionamento automatico
Descrizione Il controllo dell'energia solare gratuita consente risparmio invernale, protezione contro il sovrariscaldamento estivo, e contro l'abbagliamento. Le perdite termiche notturne possono venir ridotte con il controllo delle tapparelle.	
Come si risparmia energia Questo tipo di controllo contribuisce a raggiungere 2 classi di efficienza energetica differenti secondo l'ambito di applicazione: • Classe B nel Residenziale • Classe C nel NON Residenziale Il risparmio di energia si ottiene secondo 3 diversi modi: 1. riduzione dell'irraggiamento solare estivo → minor utilizzo del condizionamento; 2. aumento dell'irraggiamento solare invernale → minor utilizzo del riscaldamento; 3. riduzione delle perdite di calore dall'ambiente verso l'esterno, purché non a scapito dell'illuminazione naturale (controllata attraverso un sensore d'illuminazione); es. riduzione delle perdite termiche notturne.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore Tende/Tapparelle con predisposizione estate / inverno
2)	Rivelatore di luce ambiente
3)	Attuatore tapparelle
Funzionamento Il regolatore 1) regola la posizione delle tapparelle tramite l'attuatore 3), in funzione della luminosità-ambiente misurata dal rivelatore 2).	

LINEA BUS



I DISPOSITIVI 1), 2), POSSONO ESSERE RIUNITI IN UNA SOLA APPARECCHIATURA.
 IL DISPOSITIVO 2) SE EQUIPAGGIATO CON CS PUO' ESSERE COLLEGATO DIRETTAMENTE AL "BUS"

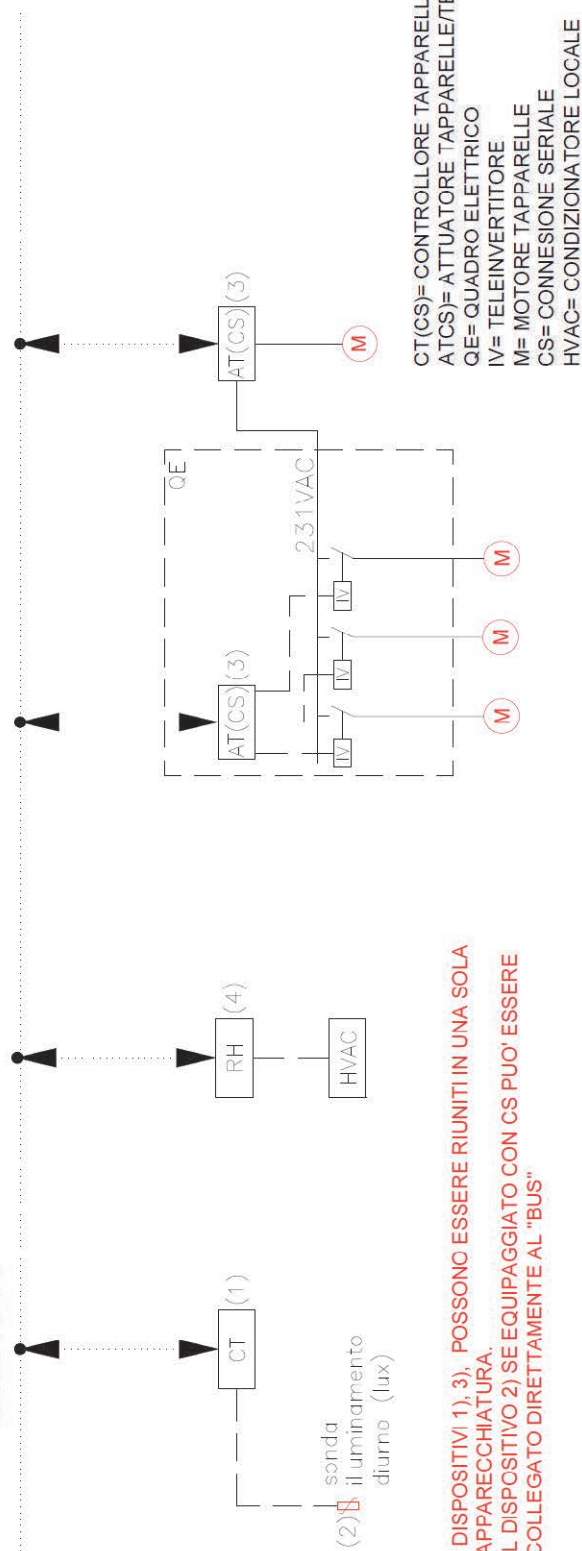
PER LA GESTIONE DELLE TENDE ALLA VENEZIANA, SI PUO' PREVEDERE L'APERTURA (TUTTE ALTE), LA CHIUSURA (TUTTE BASSE) E L'ORIENTAMENTO DELLE SINGOLE LAMELLE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE72BC

Scheda tecnica SE73A

CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI (ES. TAPPARELLE, TENDE, FACCIE ATTIVE...)	
Controllo Schermature Solari	
SE73A	Controllo combinato luce/tapparelle/HVAC
Descrizione Il controllo dell'energia solare gratuita consente risparmio invernale, protezione contro il sovrariscaldamento estivo, e l'abbagliamento. Le perdite termiche notturne possono venir ridotte con il controllo delle tapparelle (effetto dell'isolamento notturno). La coordinazione, con comunicazione tra i regolatori delle schermature solari e del condizionamento ambientale, permette notevoli risparmi energetici.	
Come si risparmia energia Un'ulteriore ottimizzazione del risparmio energetico, rispetto al caso precedente SE72BC, è ottenuto coordinando l'intervento delle schermature solari con una sonda di luminosità e con un regolatore dell'impianto di condizionamento.	
Esempio di realizzazione	
Riferim.	Descrizione del componente
1)	Regolatore Tende/Tapparelle con predisposizione estate / inverno
2)	Rivelatore di luce ambiente
3)	Attuatore tapparelle
4)	Regolatore HVAC - rilevamento temperatura ambiente - predisposizione giorno/notte - comando HVAC
Funzionamento Il regolatore 1) regola la posizione delle tapparelle tramite l'attuatore 3), in funzione della luminosità-ambiente misurata dal rivelatore 2); inoltre il regolatore 4) regola il funzionamento della macchina HVAC in funzione dello stesso dato proveniente da 2).	

LINEA BUS



I DISPOSITIVI 1), 3), POSSONO ESSERE RIUNITI IN UNA SOLA APPARECCHIATURA.
 IL DISPOSITIVO 2) SE EQUIPAGGIATO CON CS PUO' ESSERE COLLEGATO DIRETTAMENTE AL "BUS"

PER LA GESTIONE DELLE TENDE ALLA VENEZIANA, SI PUO' PREVEDERE L'APERTURA (TUTTE ALTE), LA CHIUSURA (TUTTE BASSE) E L'ORIENTAMENTO DELLE SINGOLE LAMELLE

SCHEMA DI PRINCIPIO SE73A

6.8 Gestione tecnica dell'edificio (TBM)

La gestione degli impianti tecnici d'edificio permette di svolgere una funzione delicata, che è quella di consentire una reale ottimizzazione d'impianto garantendone la sua efficienza, fattore che nel tempo si rivela come uno dei maggiori problemi per gli impianti automatizzati. La possibilità di avere sotto controllo i parametri d'impianto e di gestirli sia in termini di diagnostica che di guasti che di ottimizzazioni è fondamentale per un corretto uso del sistema.

NOTA. Le funzioni SE74A e SE75A di seguito considerate sono particolarmente utili ai fini del conseguimento dei seguenti requisiti della direttiva EPBD (Articolo 7: redazione del certificato di Efficienza energetica; Articolo 8: ispezione dei boiler; Articolo 9: ispezione dei sistemi di ventilazione e condizionamento).

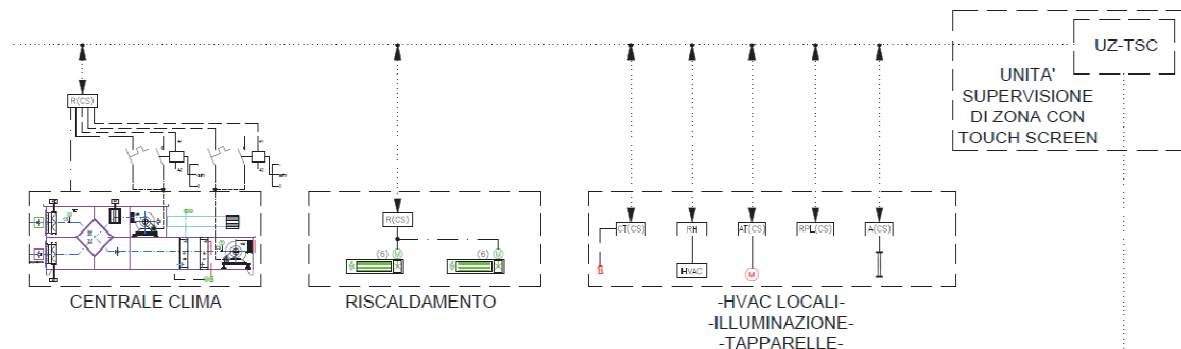
Tali funzioni sono trattate nelle seguenti norme: EN 15217, EN15603, prEN 15378, EN 15239, EN 15240.

6.8.1 Rilevamento guasti, diagnostica e fornitura del supporto tecnico

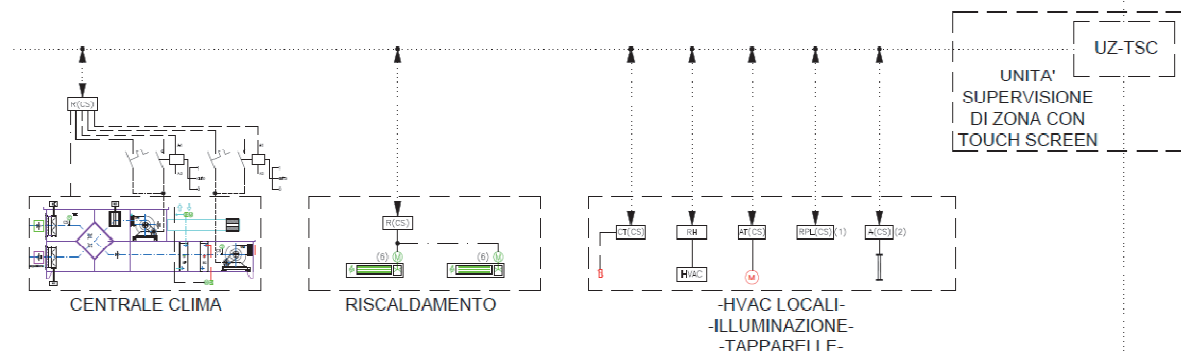
Al fine di migliorare l'efficienza di un impianto è di particolare rilevanza la capacità del sistema di individuare i guasti, fornire una diagnostica, anche periodica, che descriva il livello di efficienza dell'impianto e i suoi parametri di funzionamento. È importante monitorare questi parametri gestionali ai fini di una manutenzione programmata, la cui periodicità dipenderà dalla complessità dell'impianto.

Scheda tecnica SE74A

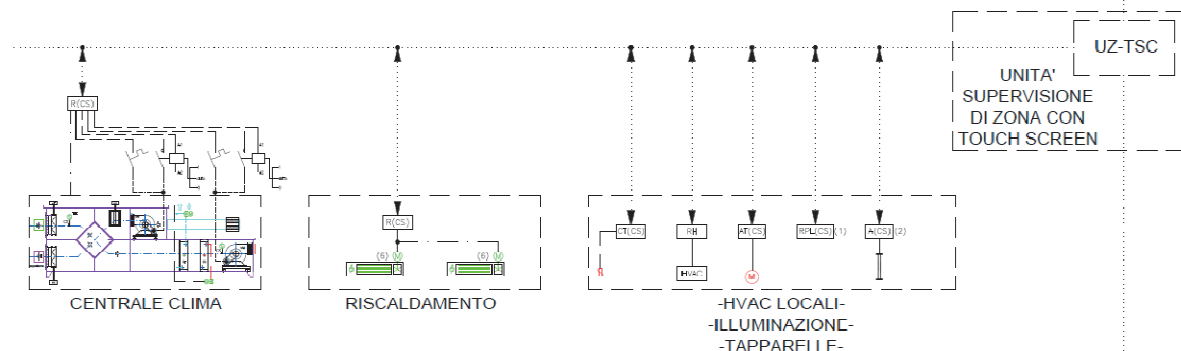
GESTIONE IMPIANTI TECNICI DI EDIFICIO (TBM)	
SE74A	Rilevamento guasti, diagnostica e fornitura del supporto tecnico
Descrizione Consente la gestione del sistema BAC con le caratteristiche sotto descritte.	
Riferim.	Realizzazione
1)	Apparecchio con Display e unità di input dotato di CS o di interfacciamento con BAC
Funzionamento Il sistema TBM aggiunge le seguenti funzioni a quelle specificate in Tabella11 per il semplice controllo automatico: - Rilevamento dei guasti di dispositivi/attuatori/sensori/organi di comando - Diagnostica dei dispositivi su bus - o Stato del dispositivo - o Tempo di funzionamento - o Stato delle eventuali batterie - o Tipologia di guasto, se verificatosi - Capacità del sistema di attivare la richiesta di supporto tecnico sia per manutenzioni periodiche che per malfunzionamenti occasionali del sistema stesso.	



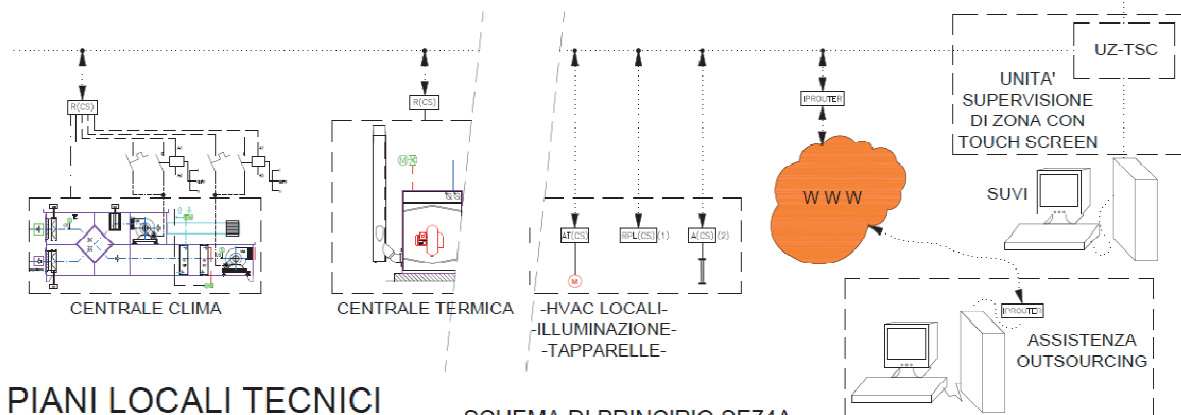
PIANO "n"



PIANO PRIMO



PIANO TERRA



PIANI LOCALI TECNICI

SCHEMA DI PRINCIPIO SE74A

6.8.2 Rapporto consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento

Un sistema che garantisca la visualizzazione dei parametri di consumo energetico e delle varie condizioni di funzionamento è la base per garantire una continua efficienza energetica e la possibilità di intervenire in tale direzione anche in tempi successivi adattando il sistema alle mutazioni dell'ambiente stesso e alle modifiche delle esigenze abitative, in un'ottica di reale gestione di un impianto e del monitoraggio della sua efficienza.

Scheda tecnica SE75A

GESTIONE IMPIANTI TECNICI DI EDIFICIO (TBM)	
SE75A	Rapporto riguardante consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento
Descrizione Resoconto del consumo energetico, condizioni interne e possibilità di miglioramento	
Riferim.	Realizzazione
1)	Software su Personal Computer dotato di interfaccia con BAC o Display con unità di input e interfaccia BAC
2)	Strumenti di misura dei consumi (hardware o software) dotati di CS
Funzionamento Deve essere predisposto un rapporto informativo relativo allo stato del consumo energetico ed alle condizioni interne (illuminazione, riscaldamento, raffrescamento, condizionamento, ecc.). Tale resoconto deve includere: a) certificato energetico dell'edificio b) la funzione di rilevamento da utilizzare per ottenere la misura del consumo secondo prEN 15203:2005-par.7. - Se viene impiegato un apparecchio inserito in linea si ha piena conformità alla prEN15203. - Le misure con contatori possono essere eseguite per un anno esatto in accordo con quanto stabilito in 7.2. - Se è installato un numero sufficiente di contatori le misure possono essere effettuate per ogni tipo di energia (es. elettricità, calore) impiegato. - L'energia non destinata a riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda o illuminazione può essere conteggiata a parte in accordo con 7.3. - Le misure di temperatura esterna consentono la correzione dei risultati in base al clima esterno, in conformità a 7.4. I rilievi possono essere utilizzati per preparare un certificato di prestazione energetica secondo la EN15217:2007 "<i>Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings</i>"; c) valutazione del miglioramento del sistema edificio ed energetico Tale accertamento può essere effettuato secondo prEN 15203 utilizzando un modello di calcolo validato come specificato in par 7.9. Utilizzando i valori monitorati b) è possibile considerare l'influenza dei dati reali riguardanti il clima, la temperatura interna, i guadagni interni gratuiti, l'uso di acqua calda e dell'illuminazione secondo la prEN 15203, 9.2 and 9.3	

d) **rilevamento energetico**

La funzione di rilevamento energetico TBM può essere usata per preparare e visualizzare i grafici di consumo energetico definiti nella prEN 15203, Annex H;

e) **monitoraggio della temperatura di stanza e qualità dell'aria interna**

Questa funzione consente di eseguire il resoconto dei dati operativi di temperatura e di qualità dell'aria interna o della stanza. Per edifici non permanentemente occupati queste funzioni sono differenziate tra edificio occupato e non occupato. Per edifici riscaldati e raffreddati il rapporto deve considerare separatamente i periodi di riscaldamento e raffreddamento. Il resoconto deve includere sia i valori reali di temperatura che i valori impostati (set point).

f) **Monitoraggio dei consumi elettrici del sistema**

Questa funzione consente di eseguire il resoconto dei dati operativi di consumo dei carichi elettrici confrontandoli con tariffazioni speciali e con i parametri di funzionamento reimpostati ai fini di risparmio energetico. Per edifici non permanentemente occupati queste funzioni sono differenziate tra edificio occupato e non occupato.

g) **Monitoraggio dei consumi e delle prestazioni delle centrali termiche e frigorifere**

Il rendimento istantaneo delle caldaie (o pompe di calore) e dei chiller può essere facilmente monitorato istante per istante misurando opportunamente le energie in ingresso (combustibile o energia elettrica) ed in uscita (calorie o frigororie) agli stessi. In tal modo è possibile definire e monitorare in tempo reale i più comuni parametri di efficienza energetica delle centrali termiche e frigorifere, quali:

- EER - Energy Efficiency Ratio
- SEER - Seasonal Energy Efficiency Ratio
- HSPF - Heating Seasonal Performance Factor
- COP - Coefficient of Performance
- AFUE - Annual Fuel Utilization Efficiency

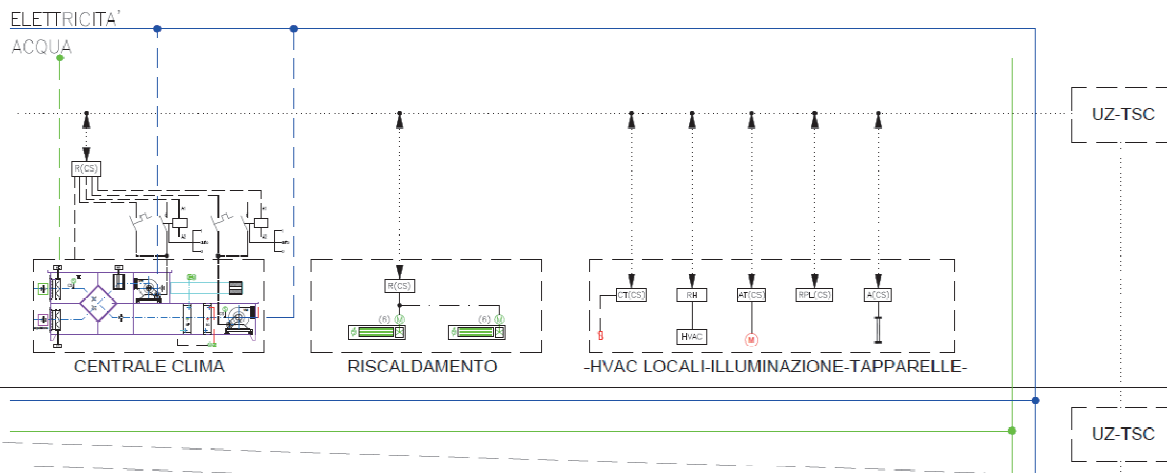
Ad esempio, per misurare l'energia in ingresso alla caldaia è sufficiente inserire un contatore di metri cubi / litri di combustibile che alimenta la caldaia, mentre per misurarne l'energia in uscita è sufficiente inserire due sonde di temperatura del fluido termovettore di mandata e di ritorno ed un misuratore di portata del fluido termovettore, connessi ad un contacalorie.

Nel caso dei chiller, per misurare l'energia in ingresso è sufficiente inserire un contatore dell'energia elettrica che alimenta il chiller, mentre per misurare l'energia in uscita (analogamente al caso della caldaia) è sufficiente inserire due sonde di temperatura del fluido termovettore di mandata e di ritorno ed un misuratore di portata del fluido termovettore, connessi ad un contafrigorie.

I componenti e i collegamenti appena illustrati sono riassunti nello Schema di Principio di questa scheda tecnica SE75A e apprezzabili con maggior dettaglio negli schemi di principio generici riportati nelle precedenti:

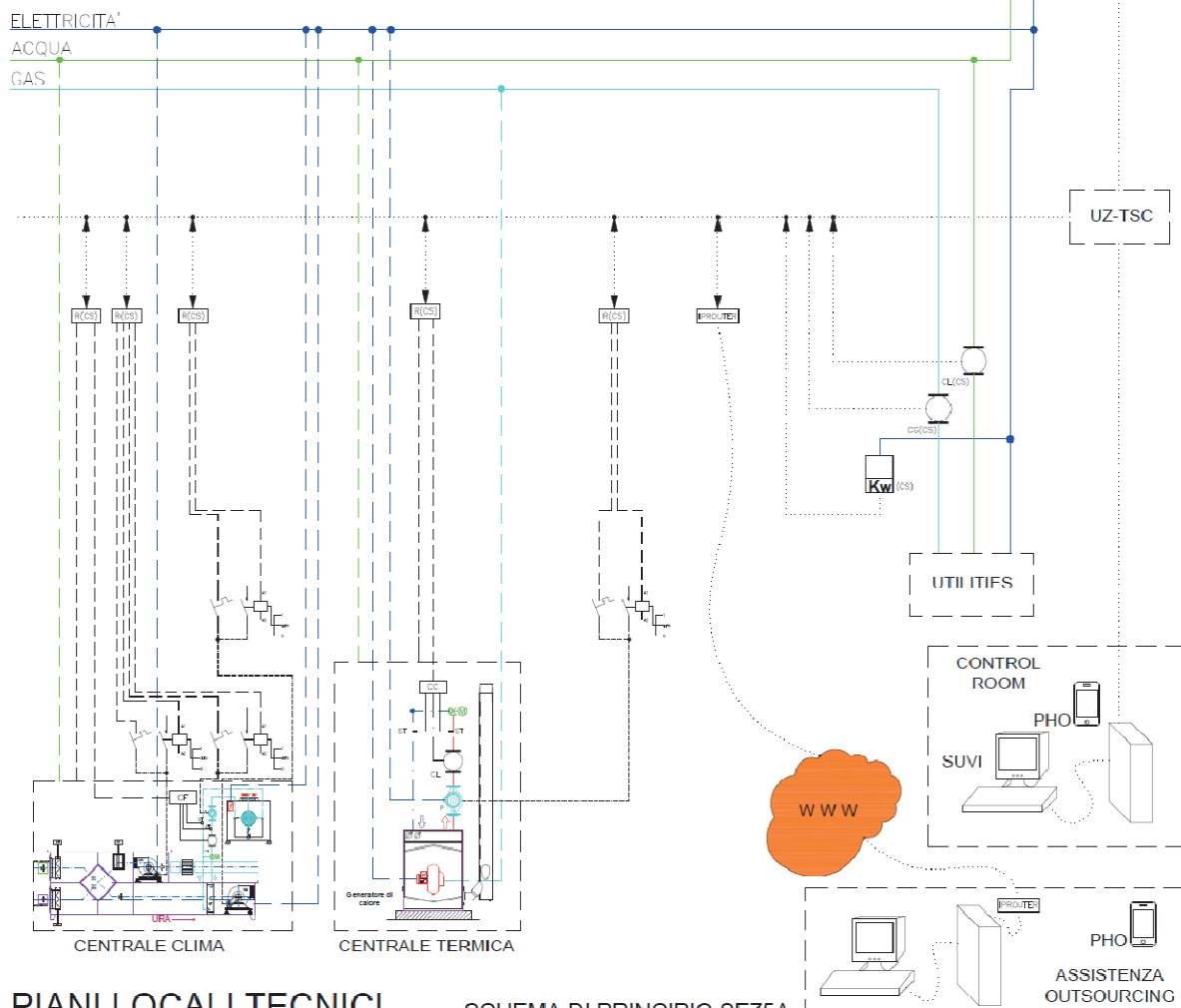
- Figura 22 – Schema di principio generico per riscaldamento e raffreddamento di una Zona/Ambiente con Riscaldamento di Base a radiatori/pannelli (IRB) e raffreddamento a circolazione di aria (URA)
- Figura 23 - Schema di principio generico di Impianto di climatizzazione completo di eventuale impianto di riscaldamento base

PIANO "n"



PIANO PRIMO

PIANO TERRA



PIANI LOCALI TECNICI

SCHEMA DI PRINCIPIO SE75A

7 Descrizione sintetica dei protocolli, delle tecnologie e degli standard

Qui di seguito si riporta una sintesi relativa alla Descrizione dei protocolli, delle tecnologie e degli standard dei sistemi. In apposita appendice, è riportato un approfondimento tecnico



7.1 Sistema di automazione edifici e protocolli di comunicazione

Il Comitato Tecnico CEN/TC 247 del Cenelec ha definito un modello di struttura di un sistema di automazione edifici presentato in Figura 23.

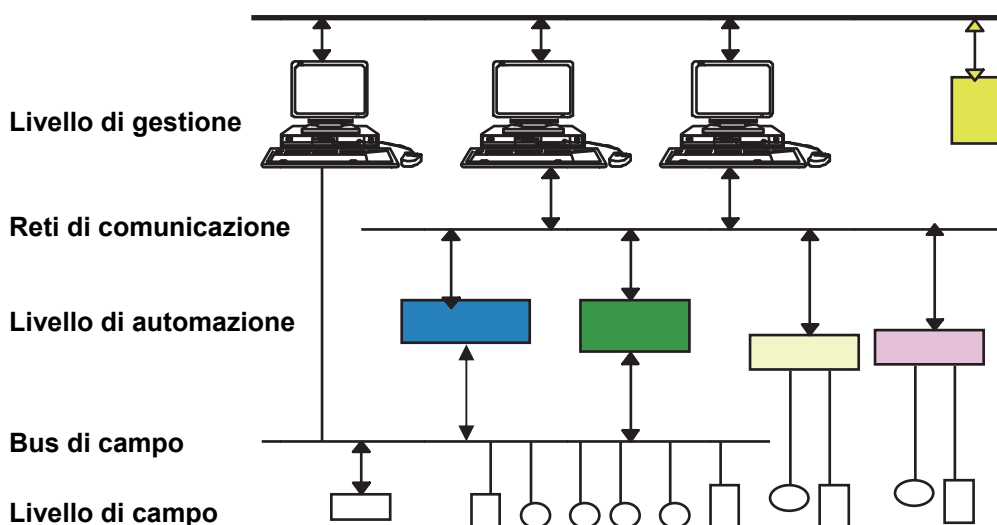


Figura 23 – Modello di struttura di un sistema di automazione edifici

Le funzioni del sistema di automazione edifici sono distribuite su tre diversi livelli:

- Livello di campo (Field Level). I sensori e gli organi di campo con o senza microprocessore a bordo
- Livello di automazione (Automation Level). I controllori DDC (Direct Digital Controller), le centrali anti-intrusione, le centrali di rivelazione fumi, ecc.
- Livello di gestione (Management Level). Il software di supervisione e controllo.

È utile ricordare (Figura 24) che in un sistema di automazione edifici di dimensioni medie possono essere scambiate migliaia di informazioni tra i vari livelli e tra i vari dispositivi dello stesso livello.

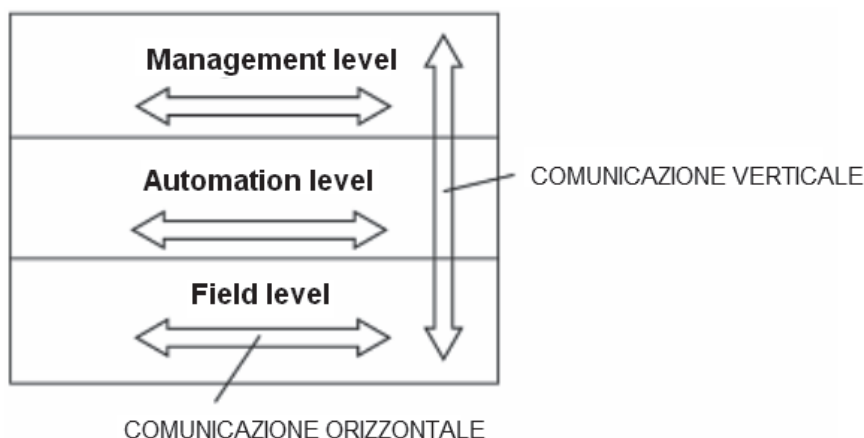


Figura 24 – Livelli di un sistema di automazione edifici

Questo scambio di informazioni, sia in senso orizzontale che in senso verticale, avviene grazie all'utilizzo di bus di campo (Field bus) e reti di comunicazione (Network).

Field Bus è una connessione digitale che permette la comunicazione di periferiche a livello di automazione (Automation) e di campo (Field), come specificato dalle normative *IEC61158 (Field bus for industrial control systems)* e *IEC61748 (Digital data communication in control systems)*.

Il Network (Rete) è una connessione digitale che permette la comunicazione tra un gruppo di nodi (calcolatori) collegati tra loro.

Non è sufficiente però, soltanto collegare questi nodi con dei mezzi trasmissivi per permettere loro lo scambio di informazioni. È necessario, infatti, che sia definito un insieme di regole (protocollo di comunicazione) utile a definire le modalità con cui questi nodi possono scambiare dati.

Il modello di riferimento per la definizione di un protocollo di comunicazione è il modello ISO/OSI. ISO (International Standard Organization) ha definito negli anni '70 un modello di riferimento OSI (Open System Interconnection) con lo scopo di fornire un inquadramento per coordinare lo sviluppo degli standard e favorire l'inserimento in un ambito comune delle attività di standardizzazione già esistenti o in via di definizione.

La struttura logica del modello di riferimento OSI è costituita da sette strati (Figura 25).



Figura 25 - Modello ISO/OSI

I tre strati più bassi (1-3) sono quelli orientati al livello fisico / elettrico (Rete), mentre i tre superiori (5-7) descrivono i protocolli che consentono a due processi applicativi di interagire, solitamente tramite una serie di servizi offerti dai sistemi operativi locali. Lo strato di Trasporto (4) nasconde agli strati superiori il funzionamento della rete.

7.2 Protocolli di comunicazione standard

Abbiamo detto che un sistema di automazione edifici può essere composto di molti sottosistemi e apparecchiature di natura diversa e di diversi costruttori che devono in qualche modo scambiarsi, più o meno frequentemente, informazioni (*interoperabilità*).

Originariamente i vari costruttori presenti sul mercato utilizzavano esclusivamente protocolli di comunicazione proprietari, quindi ogni volta che si voleva far comunicare due o più sistemi, l'integratore di sistemi doveva sviluppare delle applicazioni hardware (gateway) e/o software (driver) per far convergere fra loro i protocolli di comunicazione proprietari.

Questo comportava un grosso sforzo, sia dal punto di vista economico che temporale, per lo sviluppo ed il test dei gateway / driver realizzati.

Risulta chiaro invece il vantaggio di utilizzare dei protocolli di comunicazione standard che semplificano il lavoro degli installatori e degli integratori di sistema, consentendogli di limitare al massimo il numero delle diverse linee di comunicazione tra i diversi dispositivi e i diversi nodi del sistema e riducendo nel contempo i costi per il cliente finale.

Sempre di più, in un moderno edificio, il livello Network è rappresentato dalla LAN Ethernet che costituisce l'infrastruttura di comunicazione principale anche per le applicazioni ICT non direttamente legate all'automazione dell'edificio (BACS/TBM).

Il livello Field Bus (bus di campo) è anch'esso rappresentato da un'unica linea di comunicazione che connette tutti i sensori e organi di campo (laddove non diversamente disposto dalle normative, come ad esempio per i sistemi antincendio) a tutti i controllori / centrali.

Per l'integratore di sistema tale impostazione consente di avere a disposizione, sulla linea di comunicazione, tutte le informazioni relative al funzionamento, agli stati, agli allarmi di tutti i dispositivi che compongono il sistema, con la possibilità di realizzare tutte le logiche di funzionamento per rispondere, ad esempio, ai requisiti della normativa UNI EN15232:201207.

L'utilizzo di protocolli di comunicazione standard è inoltre garanzia per l'investimento del cliente finale, il quale non è più vincolato nel tempo ad un solo costruttore, ma può in qualsiasi momento utilizzare sistemi di diversi costruttori senza dover modificare il parco installato.

Attualmente sono presenti molteplici protocolli di comunicazione sul mercato, che si differenziano fra loro per le diverse specifiche tecniche (ad esempio: velocità di trasferimento, lunghezza del cavo, mezzi trasmissivi supportati, numero di periferiche collegabili, wired (cablato) o wireless(senza fili) ecc.). Nel campo dei sistemi BAC/TBM i protocolli/tecnologie standard maggiormente diffusi e normati a livello internazionale sono: Lonworks, KNX, BACnet, Modbus, ZigBee ed EnOcean..

In Figura 26 sono riportati, per i diversi strati del modello ISO/OSI (di cui al precedente paragrafo), alcuni standard di riferimento del mondo dei sistemi di automazione edifici e, più in generale, del mondo ICT.

OSI MODEL		ESEMPI
7	 Livello Applicazione Comunicazione specifica di una applicazione: E-mail, File Transfer, client/server	FTP, Telnet, SMTP, HTTP, X400, X500, CEI 79-6, Bacnet, LonMark, Konnex
6	 Livello Presentazione Crittografia, Conversione dati: ASCII to EBCDIC, BCD to binary, ecc.	XDR, ASN-1, Encryption, LonTalk
5	 Livello Sessione Comunicazione tra processi, inizio e fine di una sessione, recupero errori. Mantiene l'ordine	RPC
4	 Livello Trasporto Assicura la spedizione di un intero file o messaggio, indirizzato a utenti	TCP, UDP
3	 Livello Rete Realizza l'instradamento dei dati tra differenti LAN e WAN sulla base dell'indirizzo di rete	X25, IP, SNA, Bacnet Network, LonWorks
2	 Livello Data Link (MAC) Garantisce la comunicazione di pacchetti dati tra due nodi sulla base dell'indirizzo di stazione	HDLC, SDLC, CSMA/CD (Ethernet)
1	 Livello Fisico Definisce i segnali elettrici e il cablaggio dell'hardware di comunicazione	X21, RS232, RS485, IEEE803.2

Figura 26 - Standard di riferimento per i sistemi di automazione nel modello ISO/OSI

I protocolli standard presi in considerazione sono:

7.2.1 KNX

Tecnologia progettata per essere utilizzata nelle installazioni elettriche, allo scopo di gestire le diverse funzioni di un edificio – illuminazione, schermature solari, riscaldamento, sistemi di ventilazione e climatizzazione, sistemi di sicurezza, gestione dell'energia, controllo remoto, contabilizzazione..., mediante un unico sistema garantendo comfort, sicurezza, risparmio energetico nonché riduzione del cablaggio e della complessità. Questa tecnologia è molto utilizzata in Germania e parte dell'Europa ed è approvato in tutto il mondo come standard internazionale per la "Home e Building control" dai seguenti enti:

- Standard Internazionale ISO/IEC 14543-3 (da novembre 2006)
- Standard Europeo CENELEC EN50090 e CEN EN 13321-1
- Standard cinese GB/Z 20965
- Standard americano ANSI/ASHRAE 135

7.2.2 LonWorks

Tecnologia progettata in modo da poter essere utilizzata sia nell'automazione centralizzata di grandi edifici, che in piccoli e decentralizzati controlli automatici. LonWorks vede largo impiego nella Building Automation, in particolare a livello europeo. Date le sue caratteristiche e i profili funzionali ad oggi standardizzati da LonMark, il suo livello di applicazione può essere esteso anche al livello di "Automation" oltre che a livello di "Field", anche se la gran parte delle installazioni sul mercato privilegiano l'uso di LonWorks per il livello "Field". sistema bus standardizzato ANSI/CEA-709.1-B ed ISO/IEC DIS14908

7.2.3 BACnet

È uno standard inizialmente creato dalla ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers), proprio per l'utilizzo nella Building Automation, riconosciuto anche come *ANSI/ASHRAE standard 135/2008* e *ISO 16484-5*. BACnet è largamente diffuso nelle applicazioni di Building Automation di tutto il mondo, con particolare riferimento all'America del Nord dove è nato e si è sviluppato inizialmente. Viste le caratteristiche e le grandi potenzialità di tale standard, il suo campo di applicazione è sicuramente destinato alla Building Automation e offre il massimo delle sue potenzialità negli impianti di medio/grandi dimensioni, negli impianti multi-sito e fortemente integrati.

7.2.4 Modbus

È uno dei protocolli standard più diffuso nel campo dell'automazione, anche se piuttosto datato, ma che presenta ancora una forte diffusione in conseguenza di una estesa disponibilità sul mercato di apparecchiature di campo che lo utilizzano. La tecnica di trasmissione lo penalizza a livello di performance rispetto agli altri standard descritti, ma la sua semplicità, l'ampiezza della base installata e l'ampia offerta ne fanno una opzione ancora molto utilizzata a livello di campo, soprattutto negli impianti elettrici per l'acquisizione di misure da multimetri o analizzatori di rete. Molti costruttori di apparecchiature HVAC quali gruppi frigoriferi/caldaie ancora supportano questo protocollo standard.

7.2.5 ZigBee

ZigBee è una tecnologia wireless che nasce dall'organizzazione IEEE (basato sullo standard IEEE 802.15.4). Nasce come alternativa ai già esistenti standard Wireless, quali Bluetooth e Wi-Fi. A differenza di questi però ZigBee viene utilizzato in applicazioni "embedded", nelle quali è richiesto una non elevata velocità di comunicazione ed allo stesso tempo un basso consumo di potenza.

Offre numerosi vantaggi applicativi:

- Bassi costi dei dispositivi e della loro installazione.
- Ideale per installazioni su edifici esistenti.
- Bassi consumi, con presenza o meno di batterie a lunga durata.
- Possibilità di realizzare reti di comunicazione affidabili e facilmente estendibili.
- Interoperabilità tra i dispositivi proposti dai diversi fornitori presenti sul mercato.

7.2.6 EnOcean

EnOcean radio protocol (ERP), è una tecnologia di comunicazione senza fili (wireless) ottimizzata per la trasmissione di informazioni con il minimo consumo energetico e la massima affidabilità. Questa caratteristica permette la progettazione e l'utilizzo di dispositivi senza batterie (battery-free).

Anche questa tecnologia offre numerosi vantaggi applicativi:

- Flessibilità e facilità di installazione.
- Ideale per installazioni su edifici esistenti.
- Ampia gamma di prodotti interoperabili.
- Basso impatto ambientale.
- Risparmio energetico (non ha bisogno di alcuna fonte di energia)
- Vantaggi sui costi di installazione e manutenzione (non necessita di manutenzione per le batterie).
- Interoperabilità tra i dispositivi proposti dai diversi fornitori presenti sul mercato.

8 Simulazione di calcolo del Politecnico di Milano

Il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico ha sviluppato per Schneider Electric un confronto dei risultati ottenibili con un modello ad equazioni differenziali della dinamica termica degli edifici (tramite la piattaforma Energy Plus) e quelli ottenibili da modelli algebrizzati dello standard EN15232.

Il lavoro era quindi indirizzato alla verifica della bontà dei fattori BACS della EN15232, nel caso di un edificio ad uso uffici.

I risultati di questa ricerca sono integralmente riportati nelle pagine seguenti.



POLITECNICO DI MILANO

Dipartimento di Ingegneria Strutturale

a Schneider Electric S.p.A.

Report

Trade-off tra il modello equadiff di stato della dinamica termica edificio (motore Energy Plus) e il modello algebrizzato come fornito dallo standard EN15232: applicazione ad un edificio del terziario.

Responsabile della ricerca

Attilio Carotti

Dip.to di Ingegneria Strutturale

Politecnico di Milano

.....

Indice.

A. Premessa.

B. Introduzione.

DIS–Politecnico: trade-off tra il modello equadiff della dinamica termica edifici e i modelli algebrizzati della EN15232

C. L'analisi del DIS – Politecnico: criteri metodologici.

D. FASE 1. Definizione del modello di riferimento DIS Classe C –BAC (EN 15232).

Analisi con Energy Plus

D.i Modello di riferimento DIS.

D.ii Profilo di occupazione.

D.iii Tipologie impiantistiche per heating/cooling.

D.iv Requisiti minimi di automazione (classe C della EN15232).

D.v Modello di riferimento DIS classe C – BAC. Analisi dei risultati.

E. FASE 2. Adeguamento dell'edificio DI RIFERIMENTO DIS. Azioni di HBA.

Simulazioni con Energy Plus

E.i Prima azione di HBA sull'<edificio di riferimento DIS>, simulato con Energy Plus.

E.ii Seconda azione di HBA sull'edificio DIS, simulato con Energy Plus.

E.iii Terza azione di HBA sull'edificio DIS, simulato con Energy Plus.

F. Quadro riassuntivo.

F.i Prima azione di HBA.

F.ii Seconda azione di HBA.

F.iii Terza azione di HBA.

F.iv Conclusioni.

A. Premessa.

La norma EN 15232 “Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management” fornisce due diversi metodi di calcolo per la stima del potenziale risparmio energetico degli edifici, conseguibile dall’impiego di avanzati sistemi di automazione e controllo:

- calcolo dettagliato: utilizzabile solo quando è completamente noto il sistema di automazione e controllo (allegato A della EN 15232:2012);
- calcolo semplificato: metodo dei “BAC Factor”, procedura di calcolo semplificata su base statistica (capitolo 6 della EN 15232:2012).

B. Introduzione.

DIS–Politecnico: trade-off tra il modello equadiff della dinamica termica edifici e i modelli algebrizzati della EN15232

Il DIS – Politecnico ha sviluppato per Schneider Electric un confronto dei risultati ottenibili con il modello equadiff della dinamica termica edifici (piattaforma Energy Plus) e quelli ottenibili da modelli algebrizzati dello standard EN15232.

Si è fissata l’attenzione su una palazzina ad uso uffici a due piani fuori terra, il primo a diretto contatto con il terreno, il secondo con copertura verso l’esterno.

C. L’analisi del DIS – Politecnico: criteri metodologici.

L’analisi condotta dal DIS del Politecnico di Milano si sviluppa in 3 fasi:

- **Fase 1. Il modello dell’edificio di riferimento DIS.**
 - definizione del modello di un <edificio di riferimento DIS> avente requisiti minimi di automazione secondo la classe C della classificazione BAC (EN 15232).

Calcolo, con Energy Plus, dei principali indicatori energetici:

- fabbisogno energetico per il riscaldamento;
- fabbisogno energetico per il raffrescamento;
- fabbisogno energetico di energia elettrica per tutti gli ausiliari elettrici (esclusa l’illuminazione);
- fabbisogno energetico di energia elettrica per l’illuminazione.

- **Fase 2. I modelli dell’ <edificio ad elevata automazione DIS>; calcolo dei risultati attesi.**
 - Considerando “gruppi di azioni di HBA (Home and Building Automation)” via via più complessi (vedi paragrafo 5, fase 2), ogni volta si ricalcolano, con Energy Plus applicato all’<edificio domotizzato DIS>, gli indicatori energetici del punto precedente;
 - valutazione dei **BAC factor attesi** definiti come il rapporto tra il valore relativo all’<edificio domotizzato DIS> e il valore dell’<edificio di riferimento DIS> in classe BAC C;

D FASE 1. Definizione del modello di riferimento DIS Classe C –BAC (EN 15232). Analisi con Energy Plus

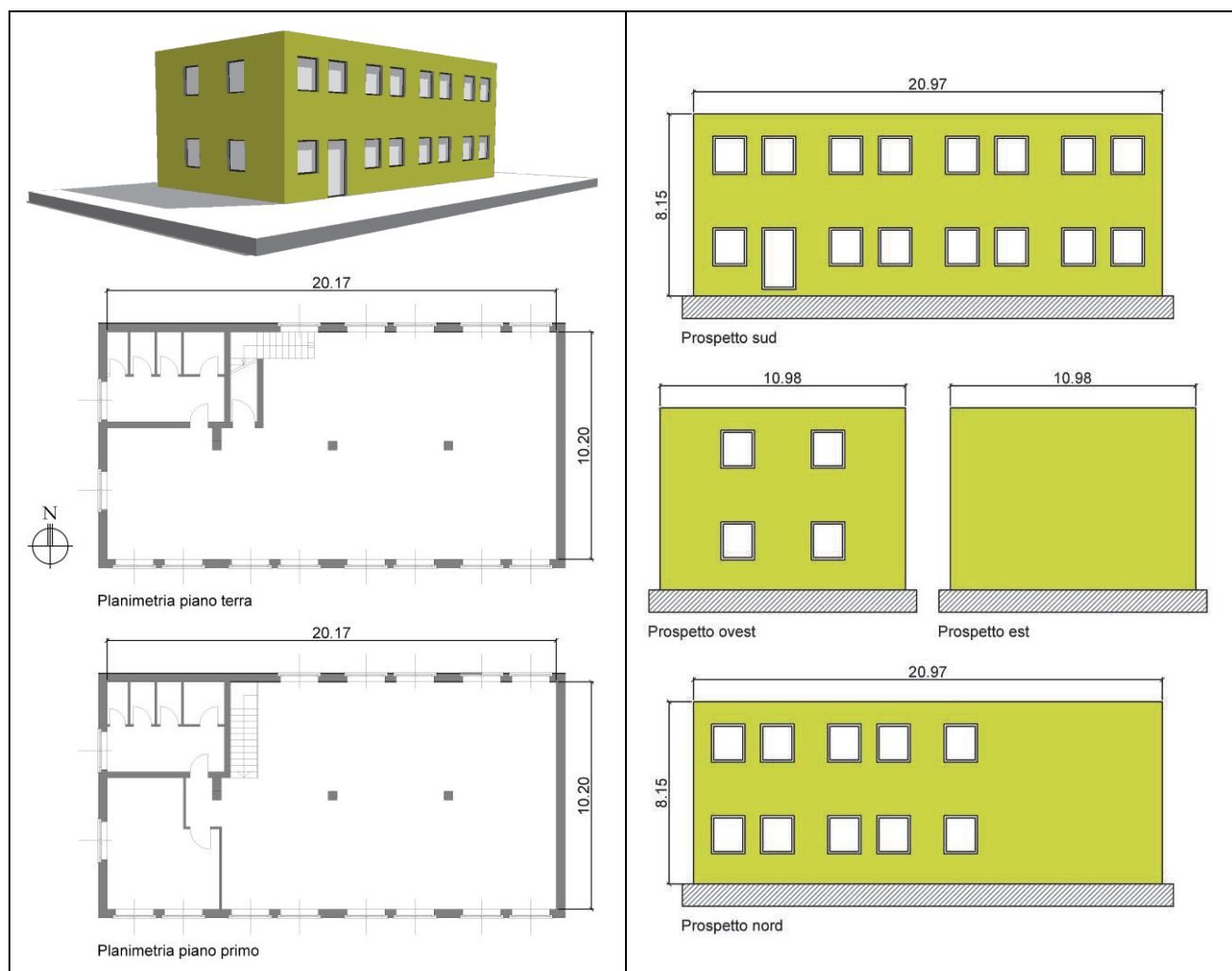
D.i Modello di riferimento DIS.

Palazzina ad uso uffici, 2 piani fuori terra, il primo a diretto contatto con il terreno, il secondo con copertura piana confinante con l'ambiente esterno. Planimetria a base rettangolare con dimensioni, al netto dei muri, di 10.20x 20.17 m e altezza netta interpiano di 3.70 m. Altri dati geometrici di rilievo sono riportati in tabella A.

Sistemi di schermatura solare esterni alla veneziana in alluminio con regolazione dell'inclinazione delle lamelle. Le principali superfici finestrate sono disposte sugli affacci nord e sud (che SeeTool non distingue). Gli spazi interni : suddivisi in un open space al piano terra, un open space e sala riunioni al piano primo, oltre ad un blocco servizi igienici per piano. Le caratteristiche geometriche dettagliate di tutti gli ambienti interni sono riportate in tabella B.

Per le murature perimetrali è stato assunto uno spessore convenzionale di 40 cm con trasmittanza termica convenzionale $U=0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per le caratteristiche termocinetiche di tutti gli altri componenti dell'involucro si veda la tabella A.

Località: Milano, zona climatica E dal DPR 412/93. Altri dati climatici di rilievo sono riportati in tabella C.



Volume netto	m ³	1495		U pareti perimetrali	W/m ² K	0.33
Volume lordo	m ³	1853		U solaio di copertura	W/m ² K	0.30
Superficie netta	m ²	403		U solaio rialzato	W/m ² K	0.50
Superficie lorda	m ²	456		U finestre (telaio + vetro)	W/m ² K	2.17
Solaio controterra	m ²	228.05		g _⊥ vetro	-	0.60
Solaio di copertura	m ²	228.05		Aria minima di rinnovo	l/s-persona	9
Pareti esterne	m ²	516.00		Set point di riscaldamento	°C	20
Finestre lato nord	m ²	22.95		Set point di raffrescamento	°C	26
Finestre lato sud	m ²	42.50		Acqua calda sanitaria	l/m ² -giorno	0.6
Finestre lato ovest	m ²	10.20		Giorni di occupazione	Giorni/anno	222

Tabella A. caratteristiche geometriche e termo fisiche dell'edificio di riferimento.

Ambienti	Superficie pavimentata	Superficie finestre	Superficie pareti esterne
	mq	mq	mq
Bagni PT	20.54	2.55	39.43
Open space PT	181.60	38.25	177.46
Bagni P1	20.54	2.55	39.43
Open space P1	154.88	30.60	137.82
Sala riunioni	26.08	7.65	40.90

Tabella B. Caratteristiche geometriche dei singoli ambienti dell'edificio di riferimento.

Dati climatici		
Località	Milano	Fonte
Zona Climatica	E	
Temperatura minima esterna di progetto invernale	- 5.20 °C	ASHRAE
Velocità del vento	10.90 m/s	ASHRAE
Gradi giorno invernali	2454	ASHRAE
Gradi giorno estivi	1771	ASHRAE

Tabella C. Dati climatici.

D.ii Profilo di occupazione.

In tabella D è riportato il setting del programma di occupazione utilizzato nella simulazione DIS – Politecnico.

	Occupazione	n. persone	Tasso metabolico	Carico termico interno	Illuminamento	Potenza specifica lampade	Ricambio d'aria
	Ore/giorno		W/persona	W/m ²	lux	W/m ² -100lux	Vol/ora
Open space piano terra	8	5	120	17	500	2.40	1.30
Open space piano primo	8	8	120	17	500	2.40	1.30
Sala riunioni	8	2	120	17	500	2.40	1.30

Tabella D. Programma di occupazione per singolo ambiente.

D.iii Tipologie impiantistiche per heating/cooling.

Per Il modello di riferimento, precedentemente descritto, è stata ipotizzata una tipologia impiantistica costituita da una caldaia a gas a condensazione per il fabbisogno energetico invernale e una pompa di calore per il fabbisogno di raffrescamento estivo (tabella E).

Impianto	Riscaldamento	Raffrescamento	Combustibile riscaldamento	Combustibile raffrescamento	Rendimento medio globale stagionale dell'impianto di riscaldamento	COP raffrescamento
Convenzionale	Caldaia gas a condensazione	Pompa di calore	Metano	Elettricità	0.80	2

Tabella E. Caratteristiche impianto.

D.iv Requisiti minimi di automazione (classe C della EN15232²).

Nella tabella F che segue sono elencati i sistemi di automazione in dotazione all'edificio DIS di riferimento.

Riscaldamento	
	Emissione del calore, controllo automatico di ogni ambiente con regolatore elettronico.
	Controllo della temperatura dell'acqua nella rete di distribuzione con compensazione temperatura esterna.
	Pompa di distribuzione a velocità variabile.
	Controllo del generatore, temperatura variabile in dipendenza da quella esterna.
Raffrescamento.	
	Emissione, controllo automatico di ogni ambiente con regolatore elettronico.
	Controllo della temperatura dell'acqua nella rete di distribuzione con compensazione temperatura esterna.
	Pompa di distribuzione a velocità variabile.
	Controllo del generatore, temperatura variabile in dipendenza da quella esterna.
Illuminazione.	
	Accensione manuale + spegnimento automatico.

Tabella F. Dotazione HBA della classe C di riferimento.

² Requisiti minimi per la classe C definiti dalla EN15232 versione 2007

D.v Modello di riferimento DIS di classe C – BAC. Analisi dei risultati.

In assenza di elevati sistemi di automazione e controllo, gioca un ruolo importante il comportamento degli utenti che è stato interpretato utilizzando metodi di calcolo semplificati.

In particolare, per la gestione dell'illuminazione degli ambienti interni e la gestione dei sistemi di schermatura solare (veneziane esterne), in mancanza di dati certi, sono state utilizzate le due seguenti ipotesi semplificate:

- il fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione è stato calcolato applicando il metodo del fattore medio di luce diurna, che lega l'utilizzo della potenza di illuminazione totale alla disponibilità di luce diurna;
- si ipotizza che gli elementi schermanti siano sempre attivi, con un'inclinazione media giornaliera delle lamelle di 45°.

Altre ipotesi di calcolo:

- il fabbisogno energetico complessivo dell'edificio è stato calcolato come sommatoria dei fabbisogni energetici dei singoli ambienti;
- le successive azioni di HBA verranno applicate ai soli open space del piano terra e primo, verranno ignorati tutti gli altri ambienti;
- i potenziali risparmi energetici verranno calcolati separatamente, sia per l'intero edificio, sia per i soli open space;
- i consumi energetici per la produzione di ACS: sono stati considerati prodotti da un sistema impiantistico autonomo;
- non sono stati considerati i consumi elettrici della strumentazione d'ufficio;
- è stato considerato un rendimento del sistema elettrico nazionale di 0,41⁽³⁾.

In tabella G sono riportati i consumi energetici dell'edificio di riferimento DIS> calcolati con Energy Plus.

Intero edificio	Rif.	Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
	1.	26474	2282	2055	7757	18817	2164
Open space PT e P1		Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
Open space PT	2.	9388	787	914	3611	8132	963
Open space P1	3.	10583	1357	776	3065	7885	817
	4.	19971	2144	1690	6676	16017	1780

Tabella G. Calcolo dei consumi energetici dell'edificio di riferimento DIS con sistema impiantistico caldaia a gas condensazione per riscaldamento + pompa di calore per raffrescamento (gli indicatori nelle due colonne di destra non hanno corrispettivo nel modello con BAC factor).

³ Fonte: DGR n° VIII/008745 e smi della Regione Lombardia.

E. FASE 2. Adeguamento dell'<edificio di riferimento DIS>. Azioni di HBA.

Sono state implementate 3 successive azioni di HBA, “dal poco al tanto”. Inoltre, ogni azione di HBA è sempre un ampliamento della precedente⁴.

- **Prima azione di HBA:** rilevamento movimento e presenza, controllo dell'illuminazione degli ambienti interni in funzione della luminosità esterna:
 - il comando dell'illuminazione in funzione di movimento e presenza prevede di accendere automaticamente (e mantenere accesi) gli apparecchi di illuminazione solo dove e quando è effettivamente necessario ed è attivato da una persona che attraversa o staziona in una stanza;
 - regolazione automatica in funzione della luminosità. Un sensore di luminosità secondo il protocollo KNX, eventualmente integrato in una stazione meteo, rileva il valore di luminosità esterna e controlla di conseguenza l'illuminazione interna di uno o più ambienti dell'edificio in modo da sfruttare il più possibile la luce naturale.
- **Seconda azione di HBA:** costituita dalla “prima azione”, più controllo integrato del riscaldamento e raffrescamento per locale con gestione di richiesta;
- **Terza azione di HBA:** costituita dalla prima e seconda azione di HBA, più controllo combinato delle schermature solari.
 - Controllo combinato delle schermature solari. In questo caso si entra nel campo del controllo automatico che può essere realizzato misurando l'intensità della radiazione solare con un sensore di luminosità secondo protocollo KNX. Se la luminosità esterna raggiunge un valore di soglia, le tapparelle vengono abbassate o le lamelle regolate di conseguenza.

Con Energy Plus è stata effettuata una modellazione fine di ciascuna delle precedenti azioni di HBA.

E.i Prima azione di HBA sull'<edificio di riferimento DIS>, simulato con Energy Plus.

In regime non stazionario e sull'arco dei 12 mesi dell'anno solare è stata implementata la modalità di controllo dell'illuminazione in funzione della disponibilità della luce naturale. Attraverso il posizionamento di sensori nell'ambiente da analizzare, i livelli di illuminamento vengono calcolati ad ogni time step e usati per determinare il quantitativo di energia elettrica potenzialmente risparmiabile.

Intero edificio	Rif.	Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
	1.	26671	2092	2055	6847	18121	2164
Open space PT e P1		Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
Open space PT	2.	9510	709	914	3207	7825	963
Open space P1	3.	10694	1264	776	2700	7592	817
	4.	20204	1973	1690	5907	15417	1780
Fabbisogno energetico della classe di riferimento (Classe C)	5.	19971	2144	1690	6676	16017	1780

⁴ Tutte le descrizioni delle azioni di HBA sono state riprese da: “Domotica con KNX. Nuovi modi di abitare con un sistema domotico aperto, interpolabile e conforme alle norme.” Di Roberto Rocco, Editoriale Delfino, 2009, Milano (paragrafi 6.1.3 e 6.1.4 e 6.2.3).

Calcolo BAC factor (4./1.)	6.	1,01	0,92	1,00	0,88	-	-
BAC factor da EN 15232	7.	1,00	1,00	1,00	0,87 - 0,93	ND	ND

Tabella H. Prima azione di HBA. Calcolo dei potenziali risparmi energetici dell'edificio di riferimento.

E.ii Seconda azione di HBA sull'edificio DIS, simulato con Energy Plus.

In regime non stazionario e sull'arco dei 12 mesi dell'anno solare è stata implementata in aggiunta alla prima azione di HBA, la modalità di controllo integrato del riscaldamento e raffrescamento per locale con gestione di richiesta.

Intero edificio	Rif.	Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
	1.	24151	1647	2055	6847	17306	2164
Open space PT e P1		Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
Open space PT	2.	8446	485	914	3207	7465	963
Open space P1	3.	9756	1063	776	2700	7272	817
	4.	18202	1548	1690	5907	14737	1780
Fabbisogno energetico della classe di riferimento (Classe C)	5.	19971	2144	1690	6676	16017	1780
Calcolo BAC factor (4./1.)	6.	0,91	0,72	1,00	0,88	-	-
BAC factor da EN 15232	7.	0,70 - 0,80	0,70 - 0,80	1,00	0,87 - 0,93	ND	ND

Tabella I. Seconda azione di HBA. Calcolo dei potenziali risparmi energetici dell'edificio di riferimento.

E.iii Terza azione di HBA sull'edificio DIS, simulato con Energy Plus.

In regime non stazionario e sull'arco dei 12 mesi dell'anno solare è stata implementata in aggiunta alle prime due azioni di HBA, la modalità di controllo della schermatura esterna in funzione dell'irraggiamento solare incidente.

La schermatura si attiva se il fascio più diffuso della radiazione incidente solare sulla finestra supera il valore di setpoint impostato in 120 W/m².

Intero edificio	Rif.	Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
	1.	23559	1967	2055	4052	15495	2164
Open space PT e P1		Heating	Cooling	Ausiliari	Illuminazione	CO ₂	ACS
		kWh	kWh	kWh	kWh	kg	kWh
Open space PT	2.	8263	560	914	1908	6591	963
Open space P1	3.	9557	1206	776	1509	6515	817
	4.	17820	1766	1690	3417	13106	1780
Fabbisogno energetico della classe di riferimento (Classe C)	5.	19971	2144	1690	6676	16017	1780
Calcolo BAC factor (4./1.)	6.	0,89	0,82	1,00	0,51	-	-
BAC factor da EN 15232	7.	0,70 - 0,80	0,70 - 0,80	1,00	0,87 - 0,93	ND	ND

Tabella L. Terza azione di HBA. Calcolo dei potenziali risparmi energetici dell'edificio di riferimento.

F. Quadro riassuntivo.

F.i Prima azione di HBA.

Il calcolo dei risparmi energetici della prima azione di HBA (riga 6 e 7 della tabella H) sono in linea con le previsioni della EN 15232. Lo scostamento tra i BAC factor calcolati e i BAC factor indicati nella EN 15232, per heating e cooling, sono una diretta conseguenza della riduzione dei carichi termici interni per il minor utilizzo dell'illuminazione artificiale.

F.ii Seconda azione di HBA.

Il calcolo dei risparmi energetici per illuminazione e cooling della seconda azione di HBA (riga 6 e 7 della tabella I) sono in linea con le previsioni della EN 15232.

Maggiore scostamento esiste tra i BAC factor calcolati e i BAC factor indicati nella EN 15232, per l'heating.

A questo punto va considerato che le stime della EN15232 sono stime di larga massima, su base statistica. Scostamenti anche del $\pm 20\%$ dei valori di riferimento indicati nella EN15232 sono in questo contesto, da ritenere accettabili.

F.iii Terza azione di HBA.

Nella terza azione di HBA lo scostamento tra BAC factor calcolati e i BAC factor indicati nella EN 15232 si fa più marcato soprattutto per l'indicatore energetico "illuminazione" (riga 6 e 7 della tabella L).

La procedura semplificata dei BAC factor della EN 15232, applica i coefficienti correttivi ai singoli indicatori energetici⁵; non considera invece la sovrapposizione e l'interazione di più azioni di HBA, anche indirette, sul singolo indicatore energetico.

F.iv Conclusioni.

Lo studio ha inizialmente fissato l'attenzione su ad un edificio di riferimento del terziario dotato dei requisiti minimi di automazione e controllo richiesti dalla Direttiva EPBD (classe C-BAC). È quindi passato ad analizzare l'influenza di azioni di automazione e controllo sulla risposta energetica dell'edificio correlando tale risultati con quelli ottenibili dal modello semplificato della EN15232 (BAC factor).

Dall'analisi fine con Energy Plus emerge una significativa influenza della HBA sul risparmio energetico: infatti l'adozione di "sistemi di automazione" sull'edificio di riferimento (per portarlo, con riferimento a tale "sistema di automazione", ad una classe BAC superiore) può anche consentire riduzioni dei consumi energetici complessivi dell'ordine del 20% rispetto ai consumi iniziali.

I BAC factor calcolati nel modello fine delle equadiff di stato (Energy Plus) mostrano una buona concordanza con i corrispondenti dal modello algebrizzato da EN15232 nei primi due casi di azioni di HBA. Una discordanza dell'ordine del 40% rilevata nel terzo set di azioni di HBA ed esclusivamente per l'illuminazione è facilmente interpretabile: la gestione delle schermature solari, ha una notevole **diretta** influenza sull'utilizzo della luce naturale e **indirettamente** sul carico degli apporti gratuiti solari (con riduzione del consumo energetico per il riscaldamento ed aumento dei carichi termici estivi). Pertanto, la

⁵ Si veda l'esempio di calcolo riportato in tabella 14 al capitolo 6.8 della EN15232:2012.

sovrapposizione di due azioni di HBA sull'indicatore energetico "illuminazione", consente risparmi energetici, per l'illuminazione, che vanno oltre le previsioni attese della EN 15232.

9 Terminologia e definizioni

Per lo scopo di questo documento, si applicano i seguenti termini e definizioni (per le definizioni originali in inglese si rimanda alle norme internazionali ISO/IEC e alle norme europee EN indicate di volta in volta).

Ambiente

Locale dell'edificio controllato dal sistema di automazione (ad. es. temperatura, umidità, illuminazione ecc).

BAC - Building Automation and Controls (Automazione e controllo degli edifici)

Sigla che raggruppa prodotti, software e servizi tecnici dedicati al controllo automatico, monitoraggio, ottimizzazione e gestione finalizzati ad ottenere un funzionamento efficiente, economico e sicuro degli impianti tecnici degli edifici, in conformità con la serie di norme EN ISO 16484 [elaborate dal CEN/TC 247].

BACS - Building Automation and Control Systems (Sistemi di automazione e controllo degli edifici)

Sistemi che comprendono tutti i prodotti e servizi tecnici indicati nella definizione di "BAC" (inclusi i dispositivi di bloccaggio). [EN ISO 16484-2:2004]

NOTA 1: l'uso della parola "controllo" non implica che il sistema / dispositivo si dedichi solo a funzioni di controllo, è contemplata anche l'elaborazione di dati e informazioni.

NOTA 2: quando un Sistema di controllo degli edifici, o un Sistema di gestione dell'edificio ("BMS"), o un Sistema di gestione dell'energia dell'edificio rispetta i requisiti della serie di norme EN ISO 16484, deve essere denominato "Sistema di automazione e controllo degli edifici" (BACS).

BM – Building Management (Gestione dell'edificio)

Insieme dei servizi coinvolti nelle operazioni di gestione e monitoraggio di un edificio (inclusi impianti e installazioni). "Building Management" può essere considerato come parte del "Facility Management" e può essere suddiviso in tre sottoparti: "Technical Building Management", "Infrastructure Building Management" e "Commercial Building Management".

[CEN/TS 15379:2006 e CEN/TC 247]

BMS – Building Management System (Sistema di gestione dell'edificio)

Si veda la definizione di BACS - Building Automation and Control Systems [EN ISO 16484-2:2004].

NOTA 1 I servizi per gli edifici si dividono in tecnici, infrastrutturali e finanziari e la gestione dell'energia fa parte della gestione tecnica dell'edificio.

NOTA 2 Il sistema di gestione dell'energia dell'edificio fa parte di un BMS.

NOTA 3 Il sistema di gestione dell'energia dell'edificio include raccolta dati, registro, allarmi, rapporti e analisi dell'uso dell'energia ecc. Il Sistema è progettato per ridurre il consumo di energia, migliorarne l'uso e prevedere le prestazioni dei sistemi tecnici degli edifici oltre che per ridurre i costi.

Collettore

Descrizione del componente utilizzato per lo smistamento del termovettore.

Comunicazione seriale su BUS

Tecnica di comunicazione che permette la trasmissione e/o ricezione sequenziale di segnali di controllo, comando o più generalmente di dati tra dispositivi interconnessi mediante mezzo di comunicazione condiviso (ad es. doppino in rame, onde radio, raggi infrarossi ecc.).

Componente non dotato di comunicazione seriale su BUS

Dispositivo dedicato al controllo e comando di componenti di un impianto tecnico di edificio, ad essi connesso mediante cablaggio senza realizzare una comunicazione seriale (c.d. controllo tradizionale).

Emissione

Flusso dell'energia riscaldante o raffreddante nell'ambiente o zona controllati.

Energia ausiliaria

Energia elettrica utilizzata da sistemi di riscaldamento, raffrescamento e/o acqua sanitaria per trasformare e trasportare l'energia fornita in energia utile [CEN/TR 15615].

NOTA: è compresa l'energia per ventilatori, pompe, elettronica ecc, ma non l'energia che è trasformata. Le fiamme pilota sono considerate parte dell'energia utilizzata dal sistema.

Energia fornita

Energia totale fornita all'edificio, espressa separatamente per ogni vettore energetico, per soddisfare gli usi considerati (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, illuminazione, apparecchiature ecc.) [CEN/TR 15615].

NOTA: l'energia fornita può essere calcolata in base agli usi energetici definiti oppure può essere misurata.

Fabbisogno di energia per riscaldamento o raffrescamento

Calore fornito o estratto da uno spazio condizionato per mantenere le condizioni di temperatura desiderate durante un periodo di tempo prestabilito.

Generatore Caldo

Macchina termodinamica (ad es. Caldaia, Batteria calda,ecc.), con lo scopo di riscaldare il termovettore.

Generatore Freddo

Macchina termodinamica atta a raffreddare il termovettore (ad es. Refrigeratore, Batteria fredda,...).

HBA - Home and Building Automation

Termine generale utilizzato per indicare un sistema (ad es. BACS o HBES), comprendente dispositivi e software per il controllo automatico degli impianti tecnici dell'abitazione o dell'edificio.

HBES – Home and Building Electronic System (Sistema elettronico per la casa e l'edificio)

Sistema BUS conforme alla serie di norme EN 50090 [elaborate dal CLC/TC 205].

Mandata

Flusso del termovettore immesso nella rete, ambiente o zona controllati.

Prestazione energetica di un edificio

Quantità calcolata o misurata di energia netta fornita, effettivamente utilizzata o stimata per rispondere ai diversi fabbisogni di energia associati al normale utilizzo di un edificio, che possono includere, fra gli altri, l'energia utilizzata per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria ed illuminazione [CEN/TR 15615].

Rete di distribuzione (del termovettore)

Insieme di tubazioni e/o canali utilizzato per il trasporto del termovettore.

Ricircolo

Parte del flusso di ritorno/ripresa del termovettore miscelato con il Flusso di mandata per reciproco ed opportuno scambio energetico.

Ritorno / Ripresa

Flusso del termovettore in uscita da rete, ambiente o zona controllati. Ritorno in caso di termovettore liquido. Ripresa in caso di termovettore aria.

Sistema BUS

Insieme dei dispositivi e delle loro interconnessioni che realizza applicazioni utilizzando uno o più supporti di comunicazione comune a tutti i dispositivi ed attuando la comunicazione dei dati tra gli stessi secondo un protocollo di comunicazione prestabilito.

Sistemi integrati di automazione e controllo degli edifici

BACS progettati per essere interoperabili con la possibilità di essere connessi a uno o più dispositivi/sistemi specifici di automazione o controllo di edifici di terze parti attraverso reti o interfacce di comunicazione dati aperte che utilizzano metodi standardizzati, servizi speciali e responsabilità permesse per l'integrazione del sistema.

ESEMPLI: interoperabilità tra dispositivi/sistemi BAC di terze parti per HVAC, acqua calda domestica, illuminazione, distribuzione dell'elettricità, misurazione dell'energia, ascensori e scale mobili e altri impianti, oltre che sistemi di comunicazione, controllo degli accessi, sicurezza, salvavita ecc.

A questo proposito si veda la sezione della guida riferita ai protocolli di comunicazione standard (capitolo 10), che divengono un prerequisito indispensabile per poter garantire questa specifica caratteristica.

Sistemi tecnici dell'edificio

Dispositivi tecnici per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, illuminazione e produzione di energia [CEN/TR 15615].

TBM – Technical Building Management (Gestione tecnica dell'edificio)

Processi e servizi relativi al funzionamento e alla gestione degli edifici e dei relativi impianti tecnici, in relazione con altre discipline finalizzate all'ottimizzazione della manutenzione e del consumo energetico.

L'ottimizzazione degli edifici comprende funzioni di misura e monitoraggio dell'energia, registrazione e verifica della tendenza dei consumi, sistemi salvavita e di sicurezza, sistemi di manutenzione, rivelazione degli allarmi e diagnostica relativi all'uso improprio di energia.

Temperatura di set point di una zona condizionata

Temperatura interna (minima/massima) fissata dal sistema di controllo durante la normale modalità di riscaldamento / raffreddamento [CEN/TR 15615]

NOTA: il valore rettificato di una temperatura di set point permette di considerare l'impatto dell'accuratezza del sistema di controllo sulle prestazioni energetiche.

Termovettore

Mezzo fisico (ad es. aria o acqua) utilizzato per aggiungere o sottrarre energia termica all'aria dell'ambiente, allo scopo di controllarne la temperatura e/o l'umidità. Questa trasformazione termodinamica avviene per conduzione, convezione e miscelazione o irraggiamento.

Zona

Insieme di Ambienti.

9.1 Nota su BACS / HBES

In Europa esistono due diversi comitati tecnici che affrontano l'argomento dei sistemi di automazione, controllo e supervisione di edificio:

- il CLC/TC 205 – “Home and Building Electronic Systems” (HBES) del CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization), che ha in Italia il corrispondente CT 205 “Sistemi BUS per gli edifici” del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)
- il CEN/TC 247 – “Building Automation, Control and Building Management” (BACS) del CEN (European Committee for Standardization)

Di conseguenza i sistemi di automazione, controllo e supervisione di edificio possono essere identificati con acronimi diversi secondo della fonte:

- “HBES” (“Home and Building Electronic Systems”) in ambito CENELEC – CEI, definito attraverso la serie di norme EN 50090.
- “BACS” (“Building Automation and Control Systems”) in ambito CEN – UNI, definito attraverso la norma EN ISO 16484;

Talvolta si rileva qualche incertezza nell'uso delle stesse classificazioni anche nei documenti normativi originali. Per fare chiarezza in questo ambito, dal 2004 un gruppo di lavoro congiunto CLC/TC205 e

CEN/TC247 sta preparando una serie di norme, la EN 50491, riguardante “Requisiti generali per i sistemi HBES e BACS”. Si dovrà stabilire, innanzitutto, con maggior precisione le definizioni di HBES e BACS. La serie di norme EN 50491, composta da dieci parti, diventerà una norma generale a cui faranno riferimento la serie EN 50090 (peraltro anch’essa non ancora definitiva) come pure altre norme del CENELEC.

In questa guida, in accordo con la norma EN15232 da essa presentata, ma anche per snellire la forma, è stato utilizzato l’acronimo “BACS”.

10 APPENDICE – Descrizione dei protocolli, delle tecnologie e degli standard

Nella presente appendice, per ciascuno dei protocolli citati, per i sistemi di automazione edifici al capitolo 7, è riportata una scheda di descrizione tecnica e, in conclusione, un'analisi degli ambiti di applicazione.

10.1 KNX



Formalmente conosciuto come EIB (European Installation Bus), perché frutto della convergenza di tre associazioni di aziende già esistenti impegnate nella Home e Building Automation:

- BatiBUS Club International (BCI)
- European Installation Bus Association (EIBA)
- European Home System Association (EHSA)

Si basa sulle caratteristiche migliori dei tre protocolli da cui deriva, anche se in realtà risulta essere un'evoluzione di EIB con cui mantiene una compatibilità totale.

Oltre alle aziende associate KNX Association ha accordi di partnership con oltre 30.000 realtà imprenditoriali ed istituzionali – gruppi nazionali, KNX Partner, Centri di formazione, Partner scientifici – in oltre 75 Paesi in tutto il mondo (www.knx.org).

KNX è approvato in tutto il mondo come standard internazionale per la “Home e Building control” dai seguenti enti:

- Standard Internazionale ISO/IEC 14543-3 (da novembre 2006)
- Standard Europeo CENELEC EN50090 e CEN EN 13321-1
- Standard cinese GB/Z 20965
- Standard americano ANSI/ASHRAE 135

La tecnologia KNX è stata progettata per essere utilizzata nelle installazioni elettriche, allo scopo di gestire le diverse funzioni di un edificio – illuminazione, schermature solari, riscaldamento, sistemi di ventilazione e climatizzazione, sistemi di sicurezza, gestione dell'energia, controllo remoto, contabilizzazione... - mediante un unico sistema garantendo comfort, sicurezza, risparmio energetico nonché riduzione del cablaggio e della complessità.

L'aspetto più rilevante è il tema dell'interoperabilità degli apparecchi garantita dai datapoints che sono considerate le variabili di processo e controllo del sistema e sono stati standardizzati per garantire, sullo stesso impianto, l'adozione di dispositivi di differenti produttori certificati KNX. La standardizzazione comprende requisiti relativi al formato dei dati, alla struttura degli oggetti di gruppo e alle funzioni di sensori e attuatori. La combinazione di diversi tipi di datapoint standardizzati (es. negli attuatori di dimmerizzazione) è chiamata blocco funzionale.

Al tema dell'interoperabilità si affiancano quelli relativi

- ai mezzi trasmissivi ammessi: Twisted Pair (TP), PowerLine (PL), Radio Frequenze (RF), Infrarossi (IR) e, negli ultimi tempi, Ethernet (IP);
- alle modalità di configurazione dei dispositivi
 - E-mode è orientato ad installatori con conoscenze KNX basilari ed è adatta per realizzare impianti di piccole dimensioni. La configurazione è eseguita senza l'ausilio di ETS ma con un dispositivo di controllo centrale ed i componenti offrono di norma funzionalità limitate;
 - S-mode è invece orientato ad installatori con conoscenze KNX avanzate, e permette di realizzare sofisticate funzioni di controllo degli edifici. La configurazione avviene tramite PC con il software ETS (unico software applicativo indipendente dal costruttore e giunto alla versione 4) ove risiedono i vari applicativi dei dispositivi necessari per modificare i parametri di funzionamento.

che sottolineano come KNX possa trovare il suo campo di applicazione in campo residenziale e terziario così come in fase di nuova realizzazione o di ristrutturazione.

La garanzia di questa flessibilità è garantita anche dalle diverse topologie installative ammesse: filare, ad albero, a stella o una qualsiasi loro combinazione.

La struttura di un sistema KNX, come mostrato in Figura 27, è così composta:

- dispositivi (N Node) assegnati ad una linea (L Line)
- più linee sono connesse ad una linea principale (ML main line) e formano un'Area (A)
- più aree sono connesse tra loro da una linea dorsale (BL Backbone Line)

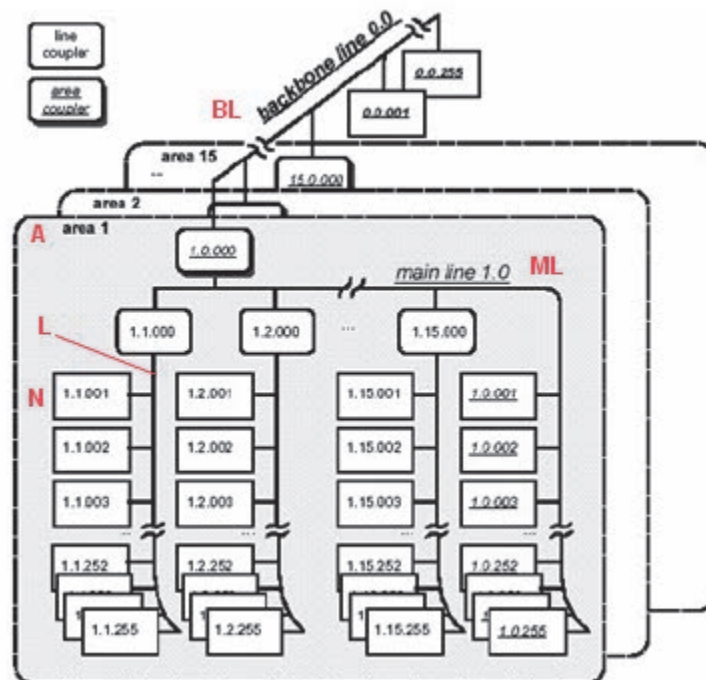


Figura 27 - Struttura di un sistema KNX

Una linea è solitamente composta di un solo segmento per un massimo di 64 dispositivi senza vincoli sulle funzioni svolte. Per sistemi di maggiori dimensioni esistono due modalità per ampliare la struttura:

aggiungere un segmento⁶ o una nuova linea collegata alla prima tramite accoppiatori di linea e una linea principale fino ad un massimo di 15. Un insieme di 15 linee costituisce un'area che può essere ulteriormente ampliata fino ad un massimo di 15 mediante accoppiatori di area e una linea dorsale. La suddivisione gerarchica dell'impianto in linee ed aree è utile non solo in fase di messa in servizio, diagnostica e manutenzione ma anche durante il normale funzionamento perché consente di filtrare, tramite le tabelle filtro degli accoppiatori, il traffico di telegrammi limitandolo solo alle aree/linee interessate. È necessario che ogni segmento di linea, linea principale o dorsale, sia equipaggiata con un alimentatore (PS Power Supply) per funzionare, mentre gli altri dispositivi, sensori, attuatori ed accoppiatori, cambiano in numerosità e tipologia a seconda dell'applicazione⁷. Ad ogni dispositivo, durante la fase di commissioning si assegna un indirizzo fisico univoco così composto Area.Linea.Dispositivo (A(4 bit).L(4 bit).B(8 bit)) che permette di identificarlo senza ambiguità all'interno dell'installazione. Per consentire invece la comunicazione tra i dispositivi si utilizza l'indirizzo di gruppo che può avere una struttura a 2 livelli (gruppo principale/sottogruppo) o 3 livelli (gruppo principale/gruppo intermedio/sottogruppo) ed è assegnato agli oggetti di comunicazione dei rispettivi sensori ed attuatori creandoli ed assegnandoli tramite l'ausilio di ETS (S-mode). Lo scambio di informazioni tra i dispositivi avviene mediante telegrammi, che trasmettono le informazioni necessarie codificate sotto forma di bit. Quando si verifica un evento (es. viene premuto un pulsante), il dispositivo bus invia un telegramma e la trasmissione inizia dopo che il bus è rimasto libero per almeno l'ultimo periodo di tempo t1. Una volta che la trasmissione del telegramma è completa, i dispositivi bus usano il tempo t2 per verificare se il telegramma sia stato ricevuto correttamente.



Figura 28 – Telegramma dati

Il telegramma è composto da dati specifici bus e dati utili che forniscono informazioni sull'evento (es. un pulsante premuto).

I campi principali che costituiscono un telegramma sono:

- "indirizzo di partenza", che specifica quale è il dispositivo che sta inviando il telegramma;
- "indirizzo di destinazione", che indica il dispositivo o i dispositivi cui è destinato il telegramma;
- "dati utili", che contiene i comandi da eseguire oppure i dati o segnali da trasmettere. .

⁶ Il collegamento fra due segmenti deve essere effettuato per mezzo di un accoppiatore di linea, in questo caso utilizzato come ripetitore, ed ogni segmento deve disporre di un proprio alimentatore. La linea bus iniziale può essere prolungata con massimo 3 segmenti per un totale di 256 dispositivi.

⁷ Per le informazioni relative alle distanze minime e massime tra dispositivi ed alimentatori far riferimento alle prescrizioni dello standard KNX.

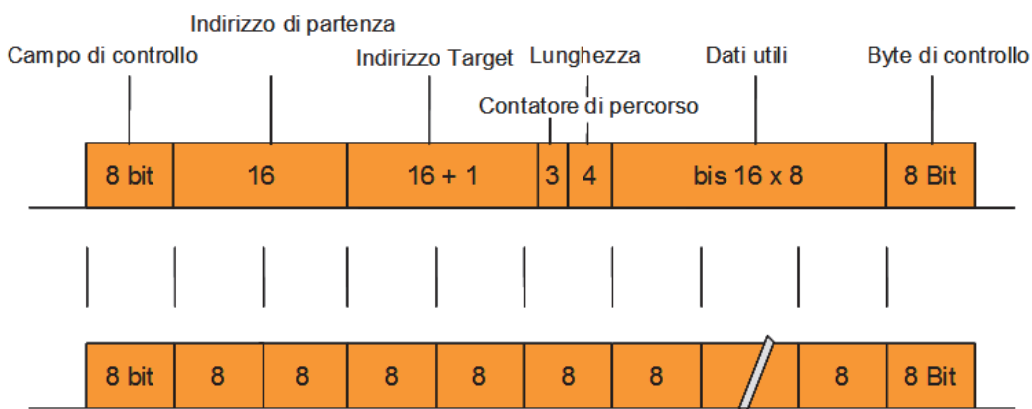


Figura 29 - Struttura del telegramma

Anche i dati di verifica, “Byte di controllo “, per l’individuazione di errori di trasmissione sono compresi nel telegramma: questa opzione garantisce un livello molto elevato di affidabilità della trasmissione.

È indubbio come l’interoperabilità posta come fondamenta su cui poggiare i diversi elementi abbia contribuito a rendere KNX uno degli standard maggiormente impiegati per il controllo e l’automazione degli edifici.

10.2 LonWorks



LonWorks è una tecnologia sviluppata dalla società americana Echelon. È stata progettata in modo da poter essere utilizzata sia nell’automazione centralizzata di grandi edifici, che in piccoli e decentralizzati controlli automatici.

Attualmente è un sistema bus standardizzato ANSI/CEA-709.1-B ed ISO/IEC DIS14908 che permette a dispositivi intelligenti di comunicare tra loro attraverso una rete di controllo locale LON (Local Operating Network).

Questa tecnologia è composta di una piattaforma completa per l’implementazione di reti di controllo.

Le *reti* sono composte di *nodi* intelligenti capaci di comunicare su diversi mezzi trasmissivi ed hanno la caratteristica di permettere una comunicazione punto a punto basata su protocollo Standard denominato “*LonTalk*” (ANSI/EIA 709.1).

Per nodo si intende un qualsiasi sensore/attuatore o più generalmente dispositivo elettronico. Ogni nodo ha la capacità di comunicare con gli altri tramite delle variabili chiamate *SNVT* (*Standard Network Variable Type*) le quali sono definite da un’associazione, nata appositamente per tale scopo, chiamata *LonMark* (<http://www.lonmark.org>). L’associazione LonMark è responsabile della definizione delle funzionalità di base e dei requisiti minimi che un dispositivo LonMark certificato deve possedere. Questo garantisce a tutti i dispositivi certificati LonMark di essere interoperabili tra loro.

Ogni nodo contiene un Neuron Chip. Il Neuron Chip che è responsabile della parte di comunicazione (protocollo *LonTalk*) e della parte di esecuzione del programma applicativo è composto da 3 CPU, come mostrato in Figura 30:

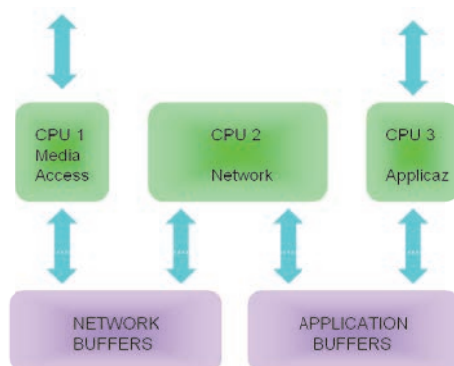


Figura 30 – Composizione di un neurone chip

CPU 1) Si occupa dell'accesso fisico al mezzo di trasporto (livello 1 e 2 del modello ISO/OSI)

CPU 2) Si occupa di trasmettere le variabili di rete (livello 3,4,5,6 rispetto al modello ISO/OSI)

CPU 3) Si occupa di processare il programma applicativo.

Il collegamento di un Nodo (Neuron Chip) alla rete LON avviene tramite l'utilizzo di un transceiver. Differenti tipi di transceiver assicurano l'utilizzo dello stesso dispositivo su differenti mezzi di trasmissione. Quelli più utilizzati sono FTT-10 (Twisted Pair) e il PLT(Power Line), ma esistono anche transceiver per il supporto ad esempio della fibra ottica, della radio frequenza, infrarossi ed altri. Quelli maggiormente utilizzati sul mercato sono riportati in Figura 31:

Tipo canale	Mezzo	Bit Rate	Transceiver	Max nodi	Max Dist
TP/FT-10	Cavo twistato topologia libera/bus, opzione link power	78 kbps	FTT-10 FTT-10A LPT-10	64 - 128	500m (topologia libera) 2200 (topologia lineare)
TP/XF-1250	Cavo twistato topologia bus	1,25 Mbps	TPT/XF-1250	64	125 m
PL-20	Power line	5,4 kbps	PLT-20 PLT-21 PLT-22	Environ. dependent	Environ. dependent
IP-10	LonWorks su IP	Determinato dalla rete IP	Determinato dalla rete IP	Determinato dalla rete IP	Determinato dalla rete IP

Figura 31 – Tipi di transceiver

Le topologie ammesse e i limiti di installazione sono dettati dal tipo di transceiver utilizzato nella rete, generalmente utilizzando FTT-10 è possibile avere topologie lineari (a Bus) e topologie libere, come ad esempio a stella, ad anello o miste.

Il protocollo di controllo, a livello fisico, che LonTalk utilizza è il Predictive P-Persistent CSMA (Carrier Sense Multiple Access) necessario per limitare i conflitti sul bus quando due o più nodi iniziano ad inviare dati.

Il nodo è identificato in modo univoco a livello mondiale tramite il Neuron ID (codice a 48bit).

All'interno di un sistema LonWorks ogni nodo è identificato anche da un indirizzo logico oltre che dal Neuron ID. Tale indirizzo gli è assegnato nella fase di avviamento dall'integratore di sistema ed è così composto: Domain\Subnet\Node.

Come mostrato in Figura 32, ogni subnet può contenere al massimo 128 nodi (64 x segmento, massimo 2 segmenti utilizzando un repeater LON). Un dominio può contenere massimo 255 subnet, collegate tra di loro tramite dei Router LON, la presenza del router implica l'utilizzo di un indirizzo (es. 128) come massimo nodo nella subnet. In questo modo un dominio può gestire massimo 32.385 nodi LON. Nel caso ci fosse la necessità di avere ulteriori nodi si possono collegare più domini tra loro tramite l'utilizzo di router al alte performance. Logicamente esiste anche il concetto di gruppo, ogni nodo può appartenere ad uno o più gruppi. A differenza della subnet, non è importante in quale posizione fisica sono allocati i nodi di uno stesso gruppo all'interno del dominio. Ci possono essere al massimo 256 gruppi in un dominio e 64 nodi per gruppo.

DOMINIO 1

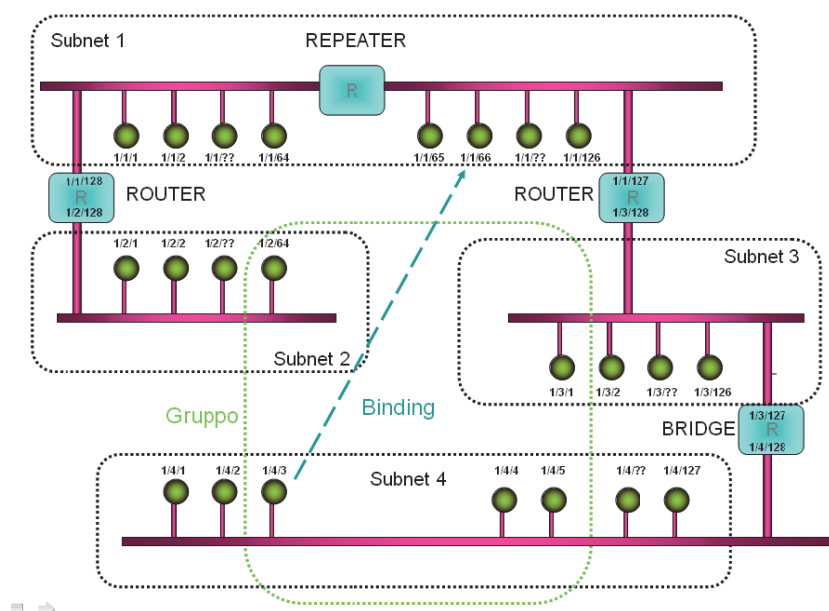


Figura 32 – Struttura Domain / Subnet / Node

Ogni nodo per essere interoperabile con nodi anche di costruttori diversi deve rispettare gli standard LonMark (certificazione LonMark). Lo scambio delle informazioni può avvenire sia per interrogazione ciclica (Polling) che per cambio di stato (Binding). LonMark oltre a definire delle variabili standard, definisce con queste anche delle strutture dati più complesse chiamati *Oggetti (functional blocks)* e *Profili funzionali (functional profiles)*. Esistono diversi profili funzionali standardizzati da LonMark per ogni sottosistema specifico del Building Automation (HVAC, Fire, Security, Access Control, Lighting ecc...ecc...), questo è il link ufficiale dove sono riportati tutti i profili funzionali:

http://www.lonmark.org/technical_resources/guidelines/docs/profiles/home.shtml#background

Unitamente al dispositivo un costruttore deve rilasciare:

- Un file binario che contiene l'applicativo da caricare sul dispositivo (.NXE/.APB)
- Un file che descrive l'interfaccia esterna, o meglio l'elenco di tutte le variabili standard che contiene il dispositivo (.XIF / .XFB)

- (Opzionale) il Plug-in ossia, semplificando il concetto, una parte del tool proprietario che permette di configurare alcuni parametri “custom” relativi all’applicativo stesso.

Per configurare e commissionare un sistema LonWorks è possibile utilizzare uno dei software presenti sul mercato che si basano su LNS (Local Network Services platform). LNS è un pacchetto software che fornisce a software di terze parti (PC based) un modello ad oggetti per interagire con ogni componente dell’infrastruttura LonWorks. I due software terze parti più conosciuti a tale scopo sono : LonMaker e NL220.

10.3 BACnet



BACnet (Building Automation and Control network) è uno standard inizialmente creato dalla **ASHRAE** (American Society of Heating, Re-frigeration and Air-Conditioning Engineers), proprio per l’utilizzo nella Building Automation (www.bacnet.org).

Attualmente riconosciuto anche come *ANSI/ASHRAE standard 135/2008* e *ISO 16484-5*. Esso nato appositamente per i sistemi di Building Automation oltre a definire il protocollo di comunicazione (set di regole per lo scambio di dati), definisce anche i servizi da utilizzare e gli oggetti standard con le relative proprietà. È quindi un protocollo orientato agli oggetti dove ogni oggetto ha proprie caratteristiche e funzionalità. Si basa su di una architettura a 4 livelli che facendo riferimento al modello OSI sono rispettivamente il “*physical*”, “*datalink*”, “*network*”, “*application*”, come mostrato in Figura 33.

BACnet Layers						Equivalent OSI Layers
BACnet Application Layer						Application
BACnet Network Layer						Network
ISO 8802-2 (IEEE 802.2) Type 1		MS/TP	PTP	LonTalk	BVLL	Data Link
ISO 8802-3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA-485	EIA-232		UDP/IP	Physical

Figura 33 – Livelli OSI di BACnet

A livello fisico e datalink, BACnet permette di utilizzare a sua volta diversi tipi di LAN (Local Area Network). L’utilizzo di un tipo rispetto l’altro è strettamente legato alle performance, al costo e alle specifiche del mezzo di trasmissione utilizzato.

La LAN a performance più alte è la ISO8802-3, meglio conosciuta come Ethernet. Offre altissime velocità, anche nell’ordine dei Gbps, ed è in continua evoluzione.

Ethernet usa il metodo di controllo CSMA\CD (Carrier Sense Multiple Access \ Collision Detection), in questo modo fa un uso molto efficiente del mezzo trasmissivo fino a che questo non diventa sovraccarico riducendo, in tal caso, le prestazioni a causa dell’aumento delle collisioni.

ARCNET attualmente standard nazionale in America (ATA/ANSI 878.1). È un’alternativa più a basso costo rispetto Ethernet, e può raggiungere velocità massima di 10 Mbps. È stata molto utilizzata in passato in America ed in Giappone. Tutti i mezzi fisici supportati da questo standard sono automaticamente supportati da BACnet proprio come avviene per Ethernet.

Altra alternativa ancora a più basso costo e conseguentemente a minori performance è EIA-485. Questo è uno degli standard più utilizzati nel Building Control, proprio per la sua semplicità ed il basso costo di installazione.

BACnet definisce un protocollo a livello Datalink chiamato MS/TP (Master Slave / Token Passing), per gestire gli accessi sul livello fisico EIA-485. Si possono avere velocità di comunicazione pari a 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps e 76800 bps. Secondo lo standard BACnet è obbligatorio che il dispositivo supporti sempre e comunque almeno la velocità di 9600 bps. Una network MS/TP ammette al massimo 255 dispositivi (massimo 128 master) ed ogni 32 dispositivi è necessario inserire un repeater.

Il PTP è utilizzato per il collegamento tramite Modem, ed utilizza lo standard fisico EIA-232.

L'ultima opzione dello standard BACnet a livello fisico e datalink è il protocollo Lontalk, anche in questo caso BACnet supporta tutti i mezzi fisici definiti (con gli stessi limiti) in questo standard come descritto nel paragrafo precedente dello standard Lonworks. Questo protocollo, confrontato con l'MS/TP è leggermente più performante, ma sicuramente più costoso e di difficile installazione. Per questo motivo non ha trovato ancora molto riscontro sul mercato.

Inoltre il fatto che BACnet possa utilizzare il protocollo Lontalk, non significa che i due standard BACnet e Lonworks possono comunicare tra loro al livello più alto del modello ISO/OSI. Questo è possibile soltanto utilizzando dei Gateway che convergono gli oggetti BACnet verso le SNVT Lonworks/LonMark.

Tornando all'architettura di un sistema BACnet, queste network locali (LAN descritte sopra) possono essere interconnesse tra loro tramite dei BACnet routers. Più network insieme danno vita ad una Internetwork, come raffigurato in Figura 34.

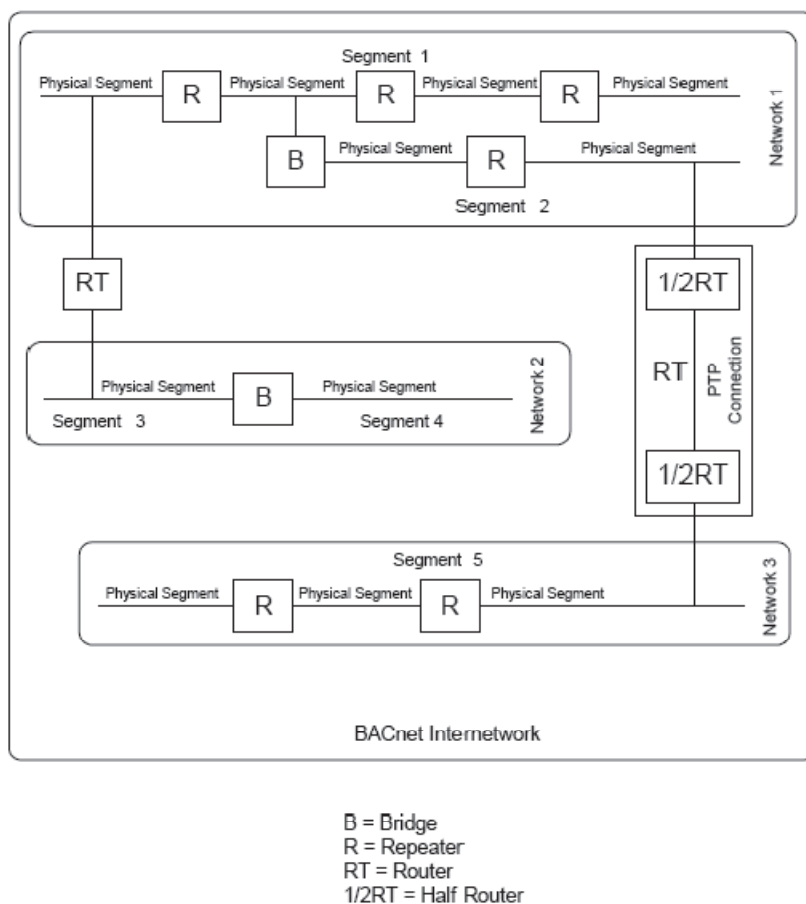


Figura 34 – BACnet Internetwork

Tutti i dispositivi appartenenti ad una Internetwork possono comunicare tra di loro sia per richiesta ciclica delle informazioni interessate (Polling Mode) che per cambio di valore (COV). Chiaramente la seconda modalità è decisamente più efficiente in termini di velocità ed occupazione di banda sul mezzo trasmissivo.

BACnet è un protocollo orientato agli oggetti, attualmente (ANSI/ASHRAE 135/2008) definisce 29 tipi di oggetti diversi. Da quando è stata rilasciata questa specifica, in realtà sono stati aggiunti altri 21 tipi diversi di oggetti, portando il numero complessivo a 50. Ci sono oggetti dedicati agli input e output (analogici, binari e multistato), oggetti specifici per la sicurezza (Lifesafety object), oggetti per la gestione dei programmi settimanali (Schedule object), per i Trend (TrendLog object), l'oggetto Device e molti altri, tutti inerenti alle necessità di gestione e controllo di un sistema di "Building Automation". Ogni oggetto ha delle proprietà (ad esempio il nome, l'identificatore univoco, valore corrente, limiti di minimo e massimo ecc...ecc...) e funzionalità (esempio generare un allarme se un limite di minima o massima è superato) che ne definiscono il comportamento. Alcune proprietà sono obbligatorie, altre opzionali, alcune sono soltanto in lettura, altre in lettura e scrittura. Ogni costruttore è libero di aggiungere ulteriori proprietà non standard ai propri oggetti senza inficiare in alcun modo sull'interoperabilità standard degli oggetti stessi.

Ogni dispositivo in rete può essere sia Client che Server verso altri dispositivi BACnet, ed inoltre è in grado di notificare eventi ed allarmi spontaneamente, gestendo al proprio interno, tramite dei contenitori particolari, l'instradamento degli stessi (a chi e quando inviarli). Questo è un sistema molto efficace, e decentralizzato, per la gestione degli eventi e degli allarmi.

Riassumendo un Internetwork o più semplicemente un Network BACnet è composto di due o più Device ed ogni device al suo interno ha definito uno o più oggetti. Ogni oggetto, device compreso, è identificato da un indirizzo univoco "Object Identifier". Teoricamente si possono avere fino a 4.194.304 device in un sistema BACnet. Grazie a dei servizi particolari un client BACnet inserito in una rete ha la possibilità di auto apprendere tutta la struttura di rete, ossia quanti dispositivi BACnet sono collegati, come si chiamano "Object Identifier" e tutti gli oggetti che questi dispositivi contengono. Tutto questo avviene senza alcuna programmazione o configurazione preventiva. BACnet è uno standard in continua evoluzione, tanto è vero che periodicamente escono dei documenti in aggiunta (Addendum) al documento principale (attualmente ANSI/ASHRAE 135-2008) che aggiungono funzionalità, oggetti ed altro a questo standard.

Un dispositivo può essere più o meno conforme allo standard, in base a quante funzionalità ed oggetti di tale standard supporta. Per semplificare l'interoperabilità di dispositivi con standard BACnet di costruttori diversi esiste un documento (sempre definito nello standard) che descrive, dettagliatamente, il grado di conformità PICS (Protocol Implementation Conformance Statement).

Il documento PICS è fondamentale per determinare realmente fino a che livello il dispositivo è conforme allo standard. Per dare maggiore valenza alla dichiarazione di conformità del dispositivo, esiste un ente certificatore BACnet (BACnet Testing Laboratories) che attribuisce il marchio BTL ai soli dispositivi sottoposti da loro a specifici test di laboratorio. Chiaramente, un dispositivo, con questa certificazione ha maggiore valenza commerciale rispetto ad uno che pur essendo conforme non ha ricevuto alcuna certificazione. Di seguito è riportato il link a tutti i dispositivi BACnet attualmente certificati BTL della Schneider Electric:

<http://www.bacnetinternational.net/btl/index.php?m=20>

Per configurare un dispositivo BACnet non esistono tool standard ma ogni costruttore può implementare il suo tool proprietario.

10.4 Modbus



Modbus (www.modbus.org) è uno dei protocolli standard più diffuso nel campo dell'automazione. Questo protocollo è posizionato al settimo livello del modello di riferimento OSI, ossia il livello "application", come mostrato in Figura 35 e Figura 36.

Layer	ISO/OSI Model	
7	Application	MODBUS Application Protocol
6	Presentation	Empty
5	Session	Empty
4	Transport	Empty
3	Network	Empty
2	Data Link	MODBUS Serial Line Protocol
1	Physical	EIA/TIA-485 (or EIA/TIA-232)

Figura 35 - Modbus su linea seriale rispetto il modello ISO/OSI

Layer	ISO/OSI Model	
7	Application	MODBUS Application Protocol
6	Presentation	Empty
5	Session	Empty
4	Transport	TCP
3	Network	IP
2	Data Link	IEEE 802.3/ IEEE 802.2 Ethernet
1	Physical	10/100 BaseT

Figura 36 - Modbus su TCP rispetto il modello ISO/OSI

Il suo vasto utilizzo è dovuto alla sua semplicità e versatilità. A prescindere dal livello "application", esso può essere utilizzato in modalità TCP/IP su Ethernet o tramite trasmissione seriale asincrona su un numero diverso di mezzi di comunicazione (EIA/TIA-232-E, EIA-422, EIA/TIA-485-A, Fibra, Radio ecc...ecc..). Nel primo caso Modbus TCP si parla di architettura Client / Server mentre nel secondo caso di architettura Master/Slave. È un protocollo Richiesta / Risposta il che significa che c'è sempre un Master / Client che invia una richiesta ad uno Slave / Server in rete il quale risponde alla richiesta con i dati o con un codice d'errore. Questo significa che non esiste un modo di invio spontaneo delle informazioni dallo Slave/Server al Master / Client a fronte di un evento e quindi il Master / Client dovrà leggere/scrivere ciclicamente tutte le variabili dei dispositivi Slave / Server (Polling).

Solo il master può iniziare una transazione. Una transazione può interessare un singolo "slave" oppure più "slave" contemporaneamente (broadcast). Spesso si sente parlare anche di Jbus che non è altro che una piccola variante del Modbus. L'unica differenza è nel fatto che gli indirizzi partono da 1 e non da 0 come nel Modbus. Il massimo numero logico di slave che si possono avere sotto un unico Master è 247. Nel caso del Modbus seriale questo limite scende a 31 (limite fisico dello standard EIA/TIA-485) a meno che non si inserisce un Repeater come ultimo slave per permettere l'estensione del segmento ad altri 31 slave..... e così via fino al raggiungimento del limite teorico di 247. Nel caso di TCP/IP non ci sono limiti fisici ulteriori.

10.5 ZigBee



La prima specifica dello standard Zigbee venne rilasciata nel giugno 2005. In realtà i primi studi iniziarono nel 1998, quando si capì che gli standard Bluetooth e Wi-Fi (già esistenti) non riuscivano a rispondere alle nuove esigenze applicative.

Il punto di forza di una rete Zigbee è dato dal suo basso consumo e dal basso "transfer rate" (bassa velocità di trasferimento).

Questa caratteristica permette di realizzare una rete con un consumo energetico basso al punto di poter funzionare per anni sfruttando la batteria incorporata nei singoli nodi.

Chiaramente a causa della bassa velocità di trasferimento non è adatto per il trasferimento di audio e video.

Una rete ZigBee è composta da tre diversi dispositivi:

- ZigBee Coordinator (ZC) : Dispositivo "intelligente" che rappresenta la "radice" di una rete ZigBee e può svolgere anche la funzione di "ponte" tra diverse reti.
- ZigBee Router (ZR) : Svolge la funzione di Router, ossia instrada i messaggi (dati) da e verso altri nodi.
- ZigBee End Device (ZED) : Include sola la funzionalità minima per dialogare con il suo nodo parente (ZC o ZR). E' il dispositivo meno intelligente in una rete ZigBee.

Si può estendere fino ad un massimo di 65536 nodi, in una rete complessa a maglia (Mesh) come la figura di esempio sotto riportata. Le reti Mesh hanno la caratteristica di avere nodi attivi che sono in grado di riprodurre il segnale svolgendo la duplice funzione di nodo e ripetitore.

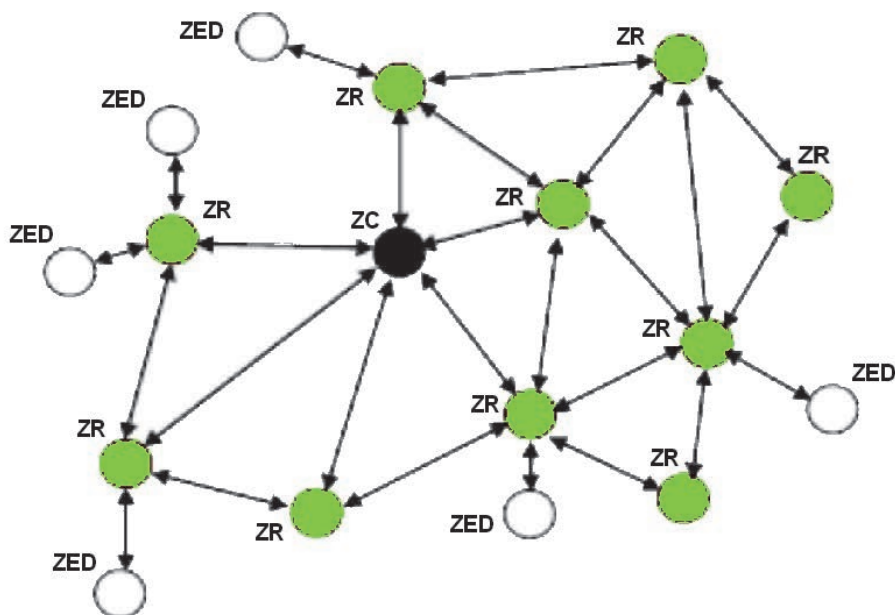


Figura 34 - Esempio di rete ZigBee di tipo Mesh.

I protocolli utilizzati all'interno di questo standard, si basano su algoritmi di instradamento ("routing") che puntano a costruire delle reti ad-hoc di nodi a bassa velocità (Ad-hoc On-demand Distance Vector). Questi supportano sia reti "beacon enabled" che reti "non-beacon enabled".

- Reti "non-beacon enabled": Utilizzano un meccanismo di accesso al canale di tipo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Avoidance) ossia i nodi controllano se il canale è libero prima di trasmettere per evitare delle collisioni. In questo tipo di reti i nodi ZC o ZR tengono il loro canale di ricezione sempre attivo, provocando un consistente consumo di energia. Quindi le reti sono miste, alcuni dispositivi sono costantemente pronti a ricevere, mentre altri si limitano a trasmettere in presenza di uno stimolo esterno. Esempio tipico può esser dato dagli interruttori Wireless che accendono una lampada (ZR) nel momento della pressione dell'interruttore (ZED). La lampada è costantemente in ricezione mentre l'interruttore trasmette soltanto all'occorrenza. Chiaramente in una configurazione di questo tipo, il ZR deve essere sempre alimentato dalla rete elettrica, mentre l'interruttore può essere alimentato a batteria in quanto può rimanere inattivo fino all'istante in cui vi è necessità di mandare il segnale.
- Reti "beacon enabled": In questo tipo di reti gli ZR o in alcuni casi gli ZC trasmettono periodicamente dei segnali (beacon) per confermare la loro presenza agli altri nodi. In questo modo i nodi consumano energia soltanto nel periodo in cui viene trasmesso il "beacon". Tutti i messaggi di "beacon" e gli acknowledge (conferma ricezione messaggio) non utilizzano il meccanismo CSMA/CA (descritto poco sopra).

Dal punto di vista della frequenza di trasmissione, lo standard opera nelle seguenti bande:

- 16 canali nella banda 2.4 GHz (copertura Mondo)
- 1 canale nella banda 868 MHz (copertura Europa)
- 1 canale nella banda 915 MHz (copertura America)

Rispetto al modello standard di riferimento ISO/OSI, ZigBee si presenta come un modello collassato a soli 5 livelli.

I primi due livelli (Physical e Datalink layer) coincidono con lo standard di comunicazione IEEE 802.15.4-2003.

I livelli "Transport", "Session" e "Presentation" sono collassati in un unico livello "Application Profile" definito da ZigBee Alliance. Il livello più alto della pila è il livello "Application" che può essere definito dallo standard stesso o personalizzato per prodotti specifici su applicazioni OEM.

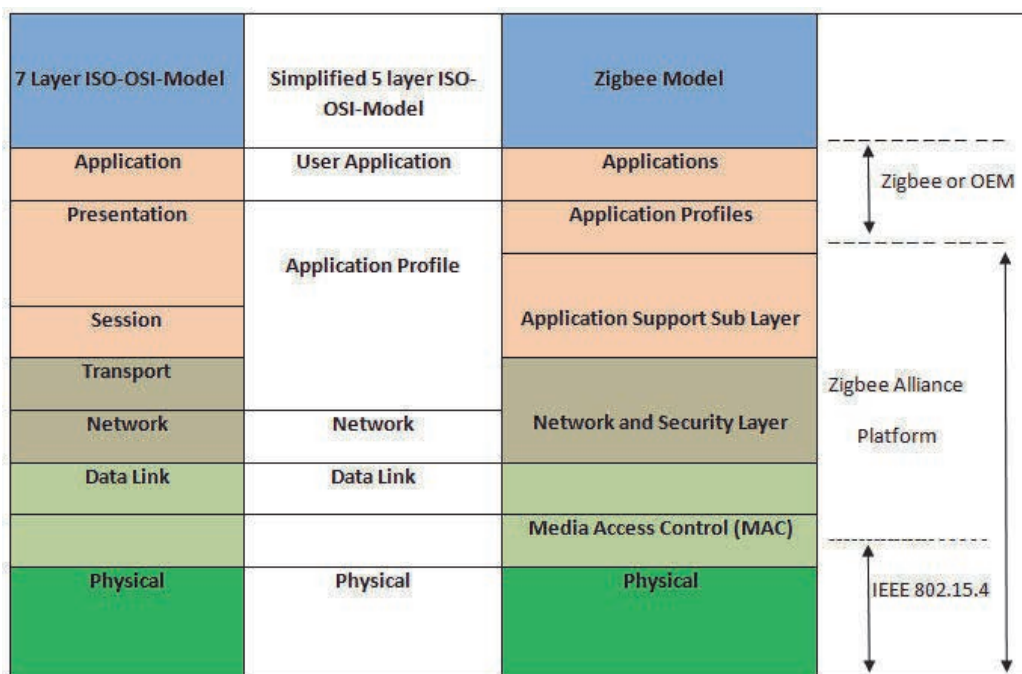


Figura 35 – Comparazione con il modello di riferimento ISO/OSI.

10.6 EnOcean



EnOcean si basa sullo standard ISO/IEC 14543-3-10 che rispetto alla pila ISO/OSI copre i primi tre livelli ossia il livello “Physical”, “Data Link” e “Network”. Gli altri livelli del modello sono collassati ed a livello “Application” EnOcean Alliance ha redatto le specifiche (profili funzionali) chiamati EEP (EnOcean Equipment Profiles). Queste specifiche garantiscono l’interoperabilità tra i dispositivi che supportano lo standard EnOcean.



Figura 36 – Comparazione con il modello di riferimento ISO/OSI.

Livello Fisico (Physical Layer):

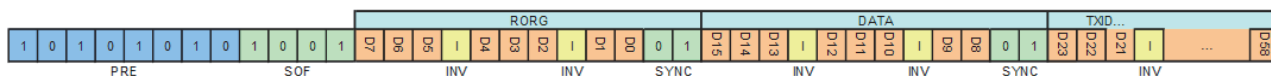
Le frequenze utilizzate per la trasmissione dei dati sono 315 MHz o 868.3 MHz con 125 Kbit/s.

L’informazione viene trasmessa in pacchetti (Frames) come sequenza seriale di bit.

Un Frame è composto da un preambolo (PRE), da una sequenza di inizio (SOF), dai dati codificati con i bit di inversione (INV) e sincronizzazione (SYNC) e dal terminatore del frame (EOF).

A seguito del processo di decodifica il Frame viene scomposto e tutte le parti di controllo (PRE, SOF e EOF) e codifica (INV, SYNC) vengono eliminate ottenendo il “Sub Telegram” o “Telegram” (Telegramma) che contiene le informazioni trasmesse.

Il protocollo è progettato per funzionare in modo unidirezionale e non prevede processi di *Handshaking* (fase in cui due dispositivi tramite questo processo automatico di negoziazione stabiliscono i parametri di comunicazione). Per assicurare una certa affidabilità nella trasmissione, tre frame identici vengono trasmessi in un certo periodo di tempo predefinito.



Livello Data Link:

Questo livello si occupa di verificare l'integrità del telegramma (Sub Telegram) e della gestione della sincronizzazione dei telegrammi basandosi su di un algoritmo che riduce al minimo le collisioni. Viene utilizzata anche quando possibile la tecnica LBT (Listen Before Talk) che prevede di mettersi in ascolto sul canale prima di trasmettere.

Livello di Rete (Network Layer):

Questo livello si occupa di eseguire processi di conversione tra telegrammi normali ed i telegrammi chiamati “Switch Telegram”. Gli “Switch Telegram” sono telegrammi particolari, più corti del normale e vengono chiamati così perché vengono trasmessi da quei dispositivi che non hanno batterie e sono energizzati dal cambio di stato dell’interruttore stesso “Switch”.

Gestisce i processi di ripetizione per estensione della portata.

Gestisce l'instradamento di messaggi diretti o messaggi di broadcast (a più di un nodo).

11 Indice delle figure

Figura 1 – Tool Web 15232: scelta della tipologia di edificio	3
Figura 2 – Tool Web: esempio di report	3
Figura 3 – Interrelazioni fra i flussi di energia in un edificio.....	11
Figura 4 – Modello richiesta/apporto di energia	12
Figura 5 - Le classi di efficienza energetica identificate dalla EN15232	13
Figura 6 - Differenza tra metodo dettagliato e metodo dei fattori BACS.....	22
Figura 7 - Sequenza di calcolo del metodo del fattore di efficienza BAC	27
Figura 8 – Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe D (caso uffici).....	35
Figura 9 - Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe C (caso uffici).....	36
Figura 10 - Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe B (caso uffici).....	36
Figura 11 - Profili di riscaldamento / raffrescamento in classe A (caso uffici).....	37
Figura 12 – Profilo di utilizzo di una sala conferenze	38
Figura 13 – Profilo di utilizzo di una scuola	39
Figura 14 – Profilo di utilizzo di un ospedale	40
Figura 15 - Profilo di utilizzo di un hotel.....	41
Figura 16 – Profilo di utilizzo di un ristorante	42
Figura 17 – Profilo di utilizzo di un centro commerciale	43
Figura 18 – tempo di funzionamento dell'impianto acqua calda sanitaria in funzione della classe BACS	44
Figura 19 – temperatura media di accumulo dell' acqua calda sanitaria	44
Figura 20 - Modello per la scheda Tecnica di Funzione.....	47
Figura 21 - Riscaldamento (H ₂ O): schema generale di riferimento per più ambienti/zone serviti	54
Figura 22 - Schema di principio generico di Impianto di climatizzazione completo di eventuale impianto di riscaldamento base.....	126
Figura 24 – Modello di struttura di un sistema di automazione edifici.....	173
Figura 25 – Livelli di un sistema di automazione edifici	174
Figura 26 - Modello ISO/OSI	174
Figura 27 - Standard di riferimento per i sistemi di automazione nel modello ISO/OSI	176
Figura 28 - Struttura di un sistema KNX.....	196
Figura 29 – Telegramma dati	197
Figura 30 - Struttura del telegramma.....	198
Figura 31 – Composizione di un neuron chip.....	199
Figura 32 – Tipi di transceiver	199
Figura 33 – Struttura Domain / Subnet / Node	200
Figura 34 – Livelli OSI di BACnet.....	201
Figura 35 – BACnet Internetwork	202
Figura 36 - Modbus su linea seriale rispetto il modello ISO/OSI.....	204
Figura 37 - Modbus su TCP rispetto il modello ISO/OSI.....	204

12 Indice delle tabelle

Tabella 1 - Elenco delle funzioni di controllo in relazione alle classi di efficienza BACS.....	15
Tabella 2 – Corrispondenza fra funzioni di controllo e norme di riferimento.....	23
Tabella 3 - Relazioni tra i sistemi energetici dell'edificio e i fattori di efficienza BACS	26
Tabella 4 –Fattori di efficienza BACS per l'energia termica negli edifici non residenziali.....	30
Tabella 5 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica negli edifici residenziali.....	30
Tabella 6 – Fattori di efficienza BACS per l'energia elettrica negli edifici non residenziali.....	31
Tabella 7 – Fattori di efficienza BACS per l'energia elettrica negli edifici residenziali	31
Tabella 8 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per riscaldamento e raffrescamento negli edifici non residenziali.....	31
Tabella 9 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per riscaldamento e raffrescamento negli edifici residenziali.....	31
Tabella 10 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per acqua calda sanitaria negli edifici non residenziali.....	32
Tabella 11 – Fattori di efficienza BACS per l'energia termica per acqua calda sanitaria negli edifici residenziali.....	32
Tabella 12 – Fattori di efficienza BACS per l'energia elettrica per illuminazione e per gli ausiliari negli edifici non residenziali.....	32
Tabella 13 – Set point di temperatura e tempo di funzionamento in accordo con i sistemi BAC e TBM.....	34
Tabella 14 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Ufficio.....	37
Tabella 15 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Sala conferenze.....	38
Tabella 16 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Scuola.....	39
Tabella 17 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Ospedale	40
Tabella 18 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Hotel	41
Tabella 19 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Ristorante	42
Tabella 20 – Condizioni limite per le classi di efficienza BACS: caso Centro commerciale	43
Tabella 21 - Simboli elettrici e termotecnici.....	53
Tabella 22 – Corrispondenza tra le funzioni di riscaldamento e raffrescamento	121
Tabella 23 - Consumo invernale ed estivo per il controllo.....	153

13 Riferimenti bibliografici

- Norma EN 15232:2012: *Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management*, febbraio 2012;
- Norma CEN/TR 15615:2008: *Explanation of the general relationship between various European standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) - Umbrella Document*, Aprile 2008;
- Norma EN 15217: *Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings*, 2007;
- Norma EN 15603: *Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings*, 2008;
- Guida CEI 205-18: *Guida all'impiego dei sistemi di automazione degli impianti tecnici negli edifici Identificazione degli schemi funzionali e stima del contributo alla riduzione del fabbisogno energetico di un edificio*, Gennaio 2011;
- Rivista "Sistemi BUS", numero zero, Gennaio 2010;
- Roberto Rocco, "Domotica con KNX - Nuovi modi di abitare con un sistema domotico aperto, interoperabile e conforme alle norme.", Editoriale Delfino, 2009.

Schneider Electric S.p.A.
Sede Legale e Direzione Centrale
Via Circonvallazione Est, 1
24040 STEZZANO (BG)
www.schneider-electric.com



Centro Supporto Cliente
Tel. 011 4073333

Life Is On

