

# IDRAULICA

PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

## IL MUSEO DI SANTA GIULIA



02.98

**15**

# CALEFFI

# SOMMARIO

3

## **IL MUSEO DI SANTA GIULIA**

Progetto e realizzazione di un grande complesso museale

6

## **CONFIGURAZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO**

Piante museo: piano seminterrato, piano terra, primo piano

8

## **CENTRALE TERMOFRIGORIFERA**

Caratteristiche, schema di derivazione dal teleriscaldamento e schema funzionale della centrale termofrigorifera

10

## **CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE**

Suddivisione dell'impianto in cinque zone autonome

16

## **IL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI**

17

## **NOTE CONCLUSIVE**

18

## **INFORMAZIONI PRATICHE**

Impianti a pannelli radianti: la distribuzione del fluido e la regolazione



*Foto di copertina: Vittoria Alata I° sec. d.C.*

Direttore responsabile: Mario Tadini    Responsabile di Redazione: Fabrizio Guidetti  
Hanno collaborato a questo numero: Mario Doninelli, Marco Doninelli, Claudio Ardizzoia  
IDRAULICA Pubblicazione registrata presso il Tribunale di Novara al n. 26/91 in data 28/9/91  
Editore: Tipolitografia La Moderna srl - Novara    Stampa: Tipolitografia La Moderna - Novara

# IL MUSEO DI SANTA GIULIA

(Ing. Mario Doninelli e Ing. Marco Doninelli dello studio tecnico S.T.C.)

Alle pendici del Cidneo, il colle che con le sue possenti fortificazioni domina la città di Brescia, sorge una zona di rara bellezza e di grande fascino.

La sua storia ha inizio più di 2.500 anni fa con un insediamento di Galli Cenomani. Questi Galli di origine celtica non hanno però lasciato molti segni della loro presenza in quanto vivevano in capanne costruite con legno, paglia e intonaco d'argilla: materiali ben poco adatti a trasmettere memoria di sé nel tempo.

Testimonianze di notevole rilievo sono state invece lasciate dai Romani, che in questa zona costruirono grandi case con raffinati mosaici policromi, un "Capitolium", un foro, un anfiteatro, e un tempio (scoperto solo pochi anni fa) con affreschi mirabilmente conservati. Molto probabilmente, con queste grandi opere Roma volle manifestare la sua riconoscenza a Brescia: città in cui trovò alleati fedeli (specie nella guerra contro Annibale) e soldati valorosi.

La fine dell'impero romano portò anche in questi luoghi saccheggi e devastazioni. Sui pavimenti a mosaico di alcune case romane, incendiate e rase al suolo, si possono ancora vedere i fori dei pali piantati dai barbari invasori Longobardi per sostenere le loro capanne.

Eppure, per uno di quei paradossi che ogni tanto la storia ama riservarci, furono proprio i feroci barbari Longobardi gli artefici della rinascita artistica, politica e religiosa di questi luoghi.

Qui infatti essi posero la sede di un importante ducato e costruirono il palazzo di Re Desiderio. Qui, inoltre (convertiti al Cristianesimo) essi elevarono due fra i più insigni capolavori della loro architettura religiosa: la chiesa di S. Salvatore e il monastero di S. Giulia, dove morì Ermengarda, a cui Manzoni dedicò versi commossi e famosi.

*Capitolium romano I° sec. d.C.*



Anche i periodi successivi a quello longobardo hanno arricchito questa zona con opere d'arte, monumenti, chiese e palazzi di grande valore. Tra questi, per non dilungarci troppo, ci limiteremo a ricordare la bellissima chiesa romanica di S. Maria in Solario, e palazzo Martinengo, dall'aspetto un po' greve e minaccioso tipico dell'architettura nobile bresciana.

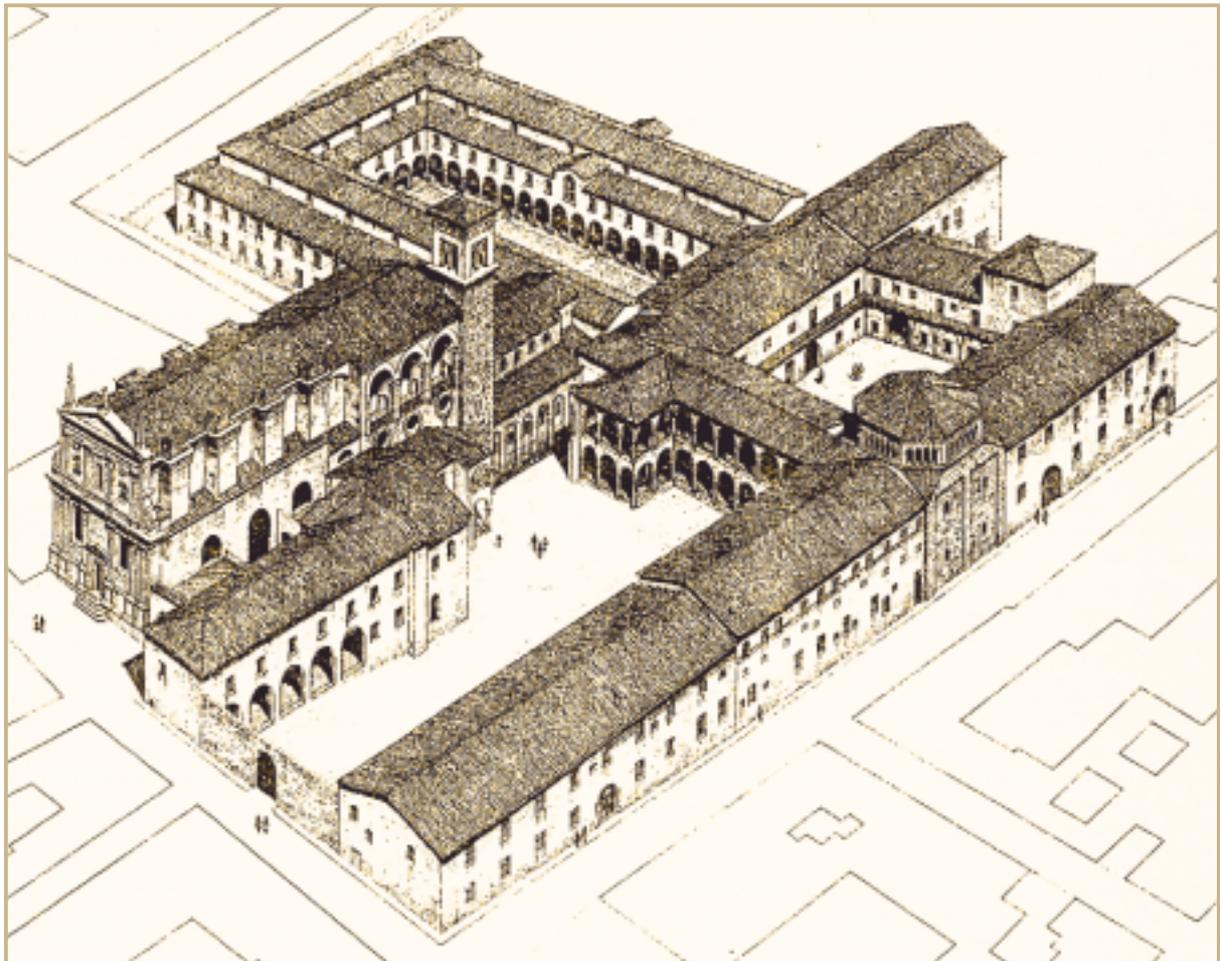
### **Progetto e realizzazione di un grande complesso museale**

In questa specie di isola dove storia ed arte si intrecciano e convivono da più di 2000 anni, il Comune di Brescia ha deciso di realizzare un unico grande complesso museale, legando fra loro in modo organico gli edifici più significativi e pregevoli.



*Chiesa longobarda di S. Salvatore*

### *Monastero di S. Giulia*

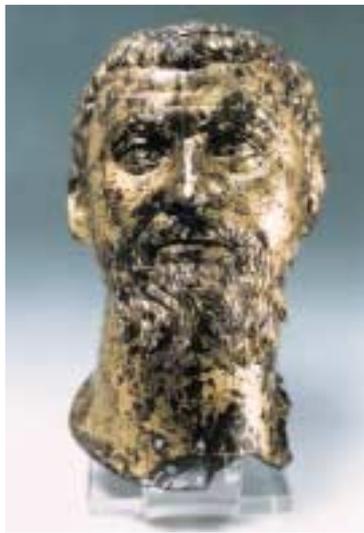




*Cornice in bronzo I° sec. d.C.*



*Testa di Minerva I° sec. d.C.*



*Testa di Imperatore Romano fine II° sec. d.C.*



*Monili fine III° sec. d.C.*



*Cofanetto in avorio IV° sec. d.C.*

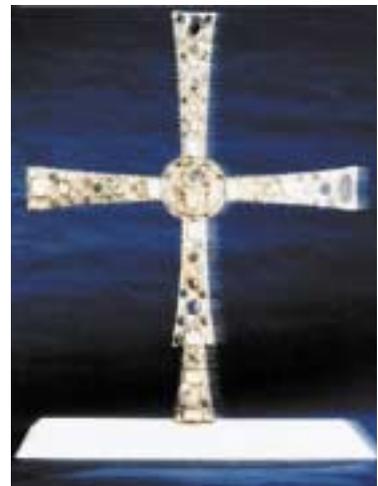


*Vetro romano con immagini a lamina d'oro IV° sec. d.C.*

Quale centro dell'intero complesso è stato scelto il monastero di S. Giulia ed in esso è stato allestito il museo della città.

E' questo un museo assai particolare, dove i reperti archeologici esposti sono le tessere di un grande mosaico che ricostruisce accuratamente, passo dopo passo, la storia della città. Così ordinati e presentati, tali reperti non sono più cose morte che emergono da un lontano passato, bensì sono cose vive che raccontano "il meglio dell'avventura umana, morale e civile della città di Brescia" (le parole sono del sindaco Martinazzoli).

Il museo ospita circa 11.000 reperti, e tra questi molti sono di grande valore, come ad esempio: le armi e gli elmi celtici, la Vittoria Alata (una grande statua in bronzo che risale al I° secolo d.C.), le teste in bronzo dorato di tre imperatori romani, la croce di Re Desiderio (un capolavoro di oreficeria) e inoltre pregevoli sculture, mosaici, affreschi, vetri colorati e dorati, cammei, monili, anfore ed oggetti vari di età preromana, romana, bizantina, longobarda, carolingia, tardomedioevale e rinascimentale.



*Croce di Re Desiderio VIII° sec. d.C.*

## Considerazioni in merito alla progettazione degli impianti tecnologici

Chiamati a progettare gli impianti tecnologici del museo di S. Giulia, è stato subito vivo in noi il desiderio di **interferire il meno possibile con le forme architettoniche e le strutture esistenti.**

La storia, l'arte e più in generale le vicende qui vissute esigevano, da parte nostra la più assoluta discrezione e il massimo rispetto. Non volevamo infliggere a questi luoghi ferite con interventi imprudenti, quali ad esempio la presenza di un corpo scaldante che ingombra e sporca una parete, oppure l'invadenza di un canale che "taglia" la volta di un soffitto.

Dunque, la più assoluta discrezione e il massimo rispetto sono state le scelte (o forse meglio le preoccupazioni) progettuali che ci hanno guidato nel definire le soluzioni di seguito illustrate.

## CONFIGURAZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

In relazione alle caratteristiche dell'edificio e alle prestazioni richieste, l'impianto di climatizzazione è stato suddiviso in cinque zone autonome:

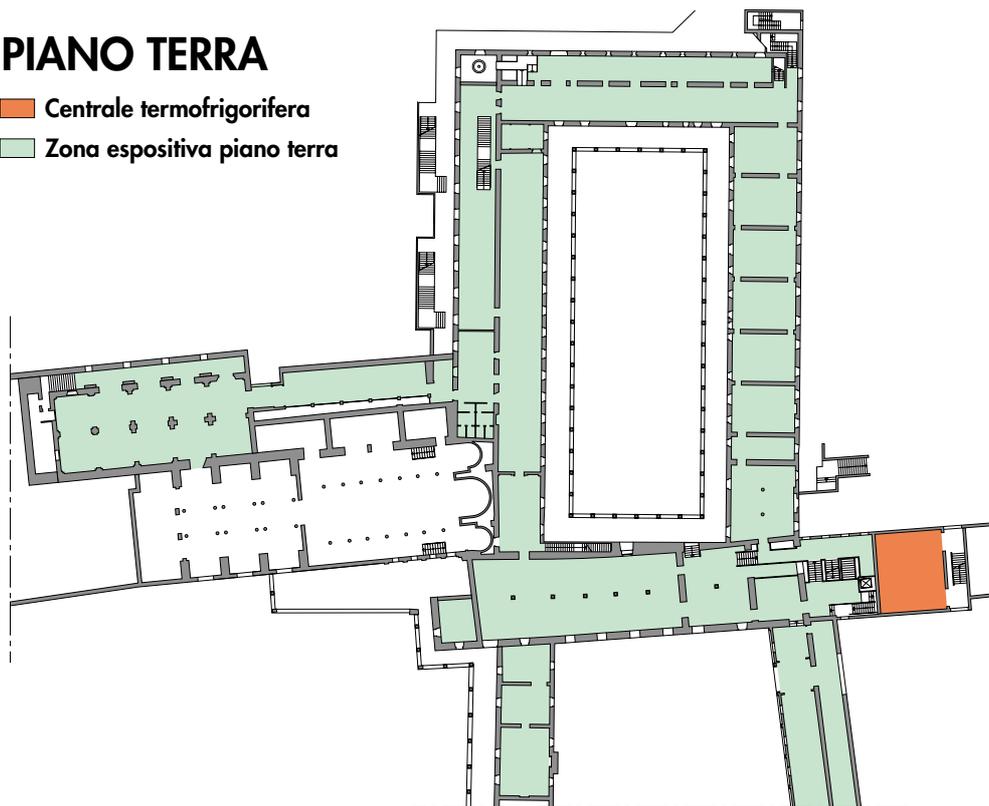
- zona espositiva seminterrato,
- zona bar,
- zona espositiva piano terra,
- zona espositiva piano primo,
- zona sala polifunzionale.

A loro volta le zone espositive (che comprendono anche altri servizi come la biglietteria, la libreria e i laboratori) sono state suddivise in 54 sottozone - 30 al piano terra e 24 al primo piano - che possono essere condotte e regolate termicamente in modo autonomo.



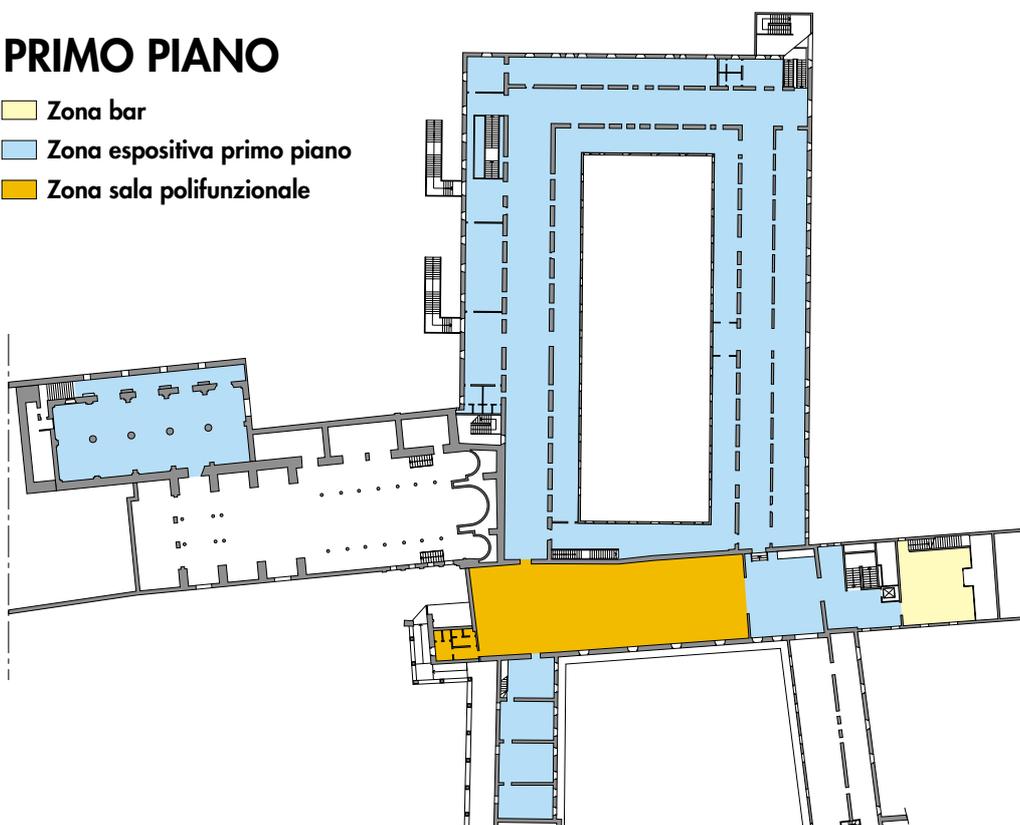
## PIANO TERRA

- Centrale termofrigorifera
- Zona espositiva piano terra



## PRIMO PIANO

- Zona bar
- Zona espositiva primo piano
- Zona sala polifunzionale



## CENTRALE TERMOFRIGORIFERA

In essa sono stati disposti tutti i materiali e le apparecchiature che servono a:

- riscaldare e raffreddare il fluido vettore,
- tenere sotto controllo il funzionamento dell'impianto,
- inviare il fluido vettore ai terminali.

**L'energia termica per riscaldare il fluido** è derivata dalla rete cittadina del teleriscaldamento con due scambiatori a piastre. L'uso del teleriscaldamento ha evitato la costruzione di canne fumarie e ha consentito di utilizzare meglio lo spazio disponibile in centrale, essendo gli scambiatori molto più piccoli delle caldaie.

**L'energia termica per raffreddare il fluido** è invece derivata da due refrigeratori posti all'esterno degli edifici.

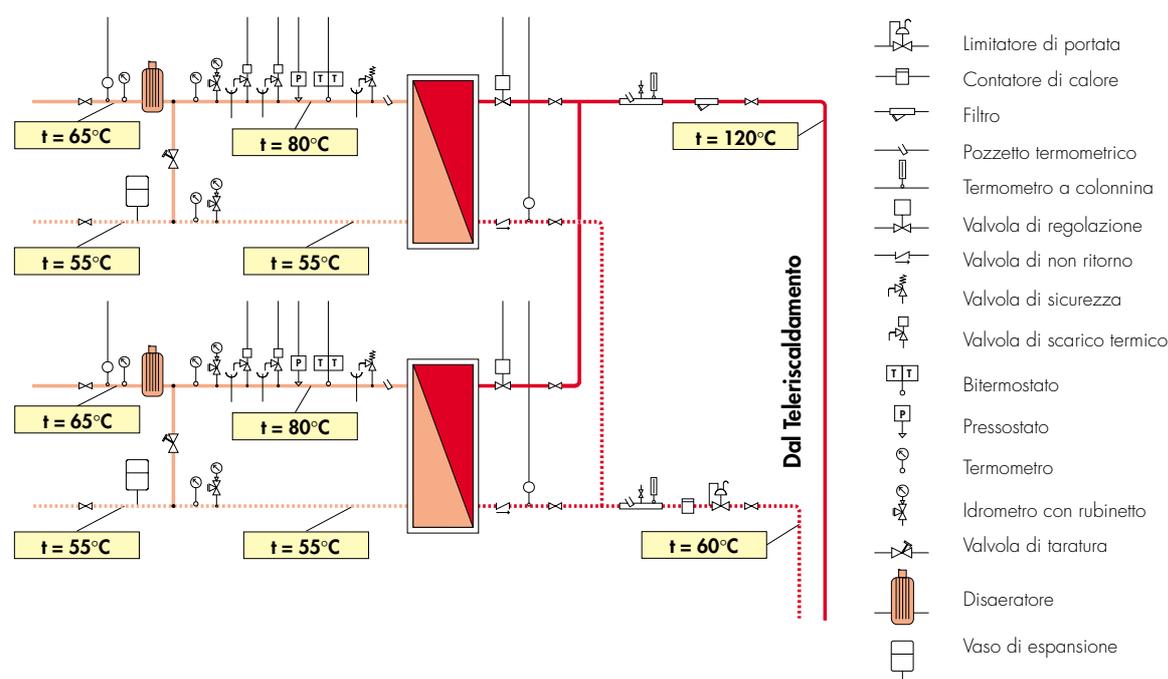
Per quanto riguarda il controllo, l'espansione e la sicurezza dell'impianto sono state rispettate tutte le prescrizioni della normativa I.S.P.E.S.L..

In centrale, inoltre, sono stati installati due disaeratori di microbolle. Servono a "impoverire" d'aria il fluido vettore e quindi a renderlo capace di assorbire sia le bolle non eliminate dalle normali valvole di sfogo dell'aria perchè sporche o difettose, sia le bolle che possono ristagnare nei tubi orizzontali e soprattutto nei pannelli.

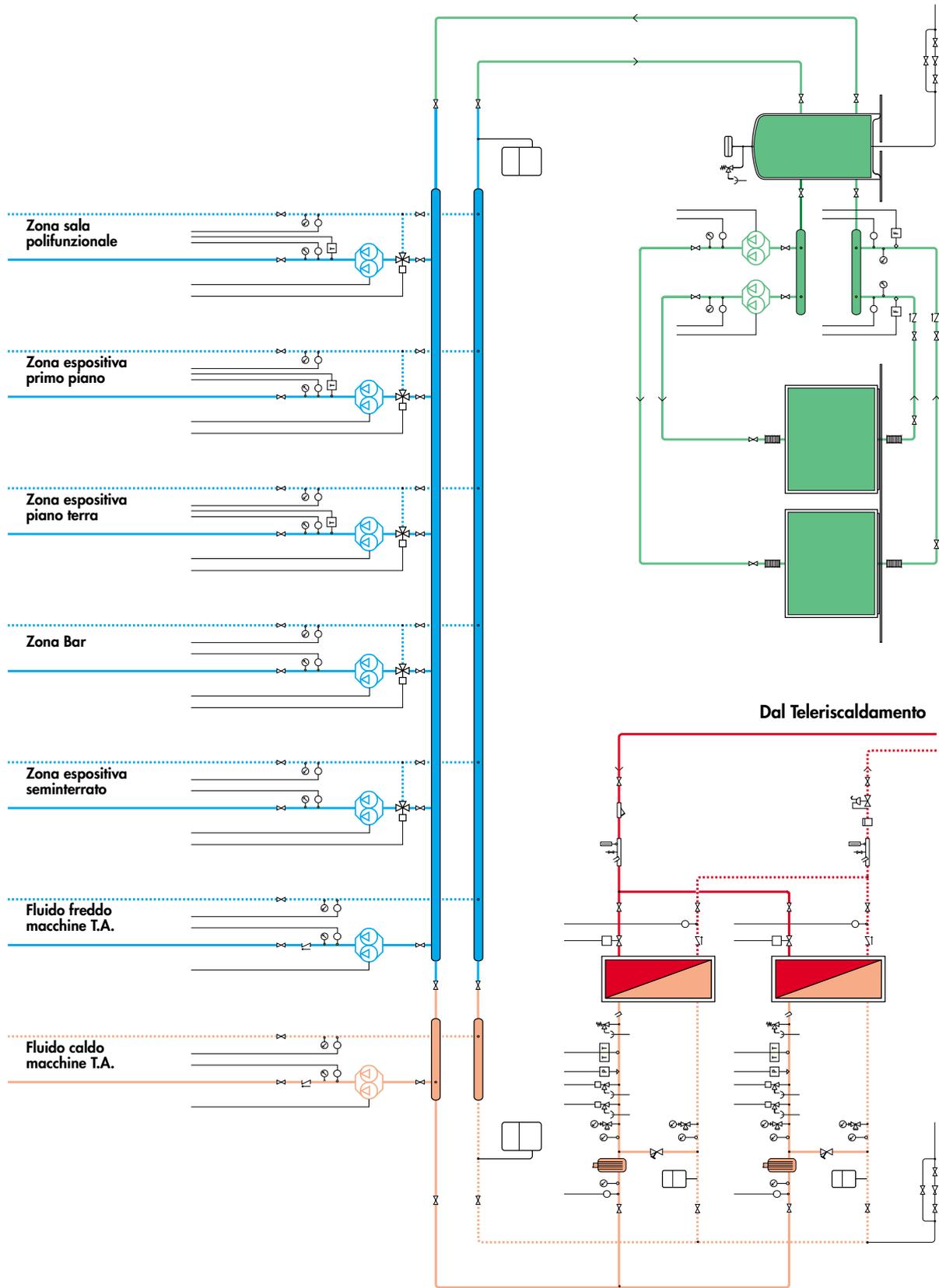
Queste prestazioni (ved. Idraulica n. 12) sono molto importanti per il buon funzionamento degli impianti, specialmente quando (ed è il caso in esame):

1. i circuiti (o parte di essi) sono a portata variabile e pertanto crescono i pericoli di cavitazione;
2. le tradizionali valvole di sfogo dell'aria (tipo MINICAL) sono poste in luoghi (come i controsoffitti) dove risultano difficili sia i controlli che la manutenzione;
3. i piani di posa dell'isolante per i pannelli presentano irregolarità dovute a "gobbe" e grumi: cosa che succede quasi sempre in opere di restauro.

### SCHEMA DERIVAZIONE DAL TELERISCALDAMENTO



# SCHEMA FUNZIONALE CENTRALE TERMOFRIGORIFERA



## ZONA ESPOSITIVA DEL PIANO SEMINTERRATO

Seppur mai messo in funzione, l'impianto di questa zona era già stato realizzato con ventilconvettori a parete e canali dell'aria primaria.

L'impianto era del tutto analogo a quello già in funzione negli uffici attigui al museo, dove, in vero, i risultati ottenuti erano stati molto negativi in quanto i ventilconvettori avevano gravemente sporcato le pareti e, in parte, anche i soffitti dei locali (ved. foto sotto riportata).



Per evitare un simile degrado anche all'interno del museo, la soluzione più sicura sarebbe stata senz'altro quella di rifare l'impianto "ex novo", modificandone la tipologia. Tale soluzione era però molto costosa in quanto richiedeva anche il rifacimento della pavimentazione.

D'accordo con la Direzione del museo, si è quindi deciso per un intervento meno radicale, teso essenzialmente a limitare le cause che concorrono a sporcare le pareti. E a tal fine sono stati sostituiti i vecchi ventilconvettori con modelli nuovi aventi le seguenti caratteristiche:

1. **griglie dell'aria in uscita inclinate** anziché perpendicolari alle pareti;
2. **temperature di progetto del fluido scaldante più basse:**  
50°C - 44°C invece di 64°C - 59°C;
3. **minor velocità di rotazione dei ventilatori;**  
515 giri/min invece di 870 giri/min.

In pratica le varianti hanno riguardato **la direzione, la temperatura e la velocità dell'aria** in uscita dai ventilconvettori: cioè le principali grandezze che concorrono a sporcare le pareti e, spesso, anche a far insorgere crepe superficiali per "cottura" degli intonaci.

## ZONA ESPOSITIVA DEL PIANO TERRA E DEL PRIMO PIANO

In queste zone non esistevano particolari vincoli, in quanto i pavimenti dovevano ancora essere rifatti e si potevano anche trovare spazi (seppur molto limitati) per far passare i canali dell'aria. Inoltre le potenze termiche specifiche richieste erano comprese nei limiti (come meglio preciseremo in seguito) che consentono di adottare gli impianti a pannelli.

In base a tali possibilità e riscontri abbiamo ritenuto che **l'impianto misto a pannelli ed aria primaria** fosse la miglior soluzione per climatizzare le zone considerate, in quanto si tratta di un impianto che:

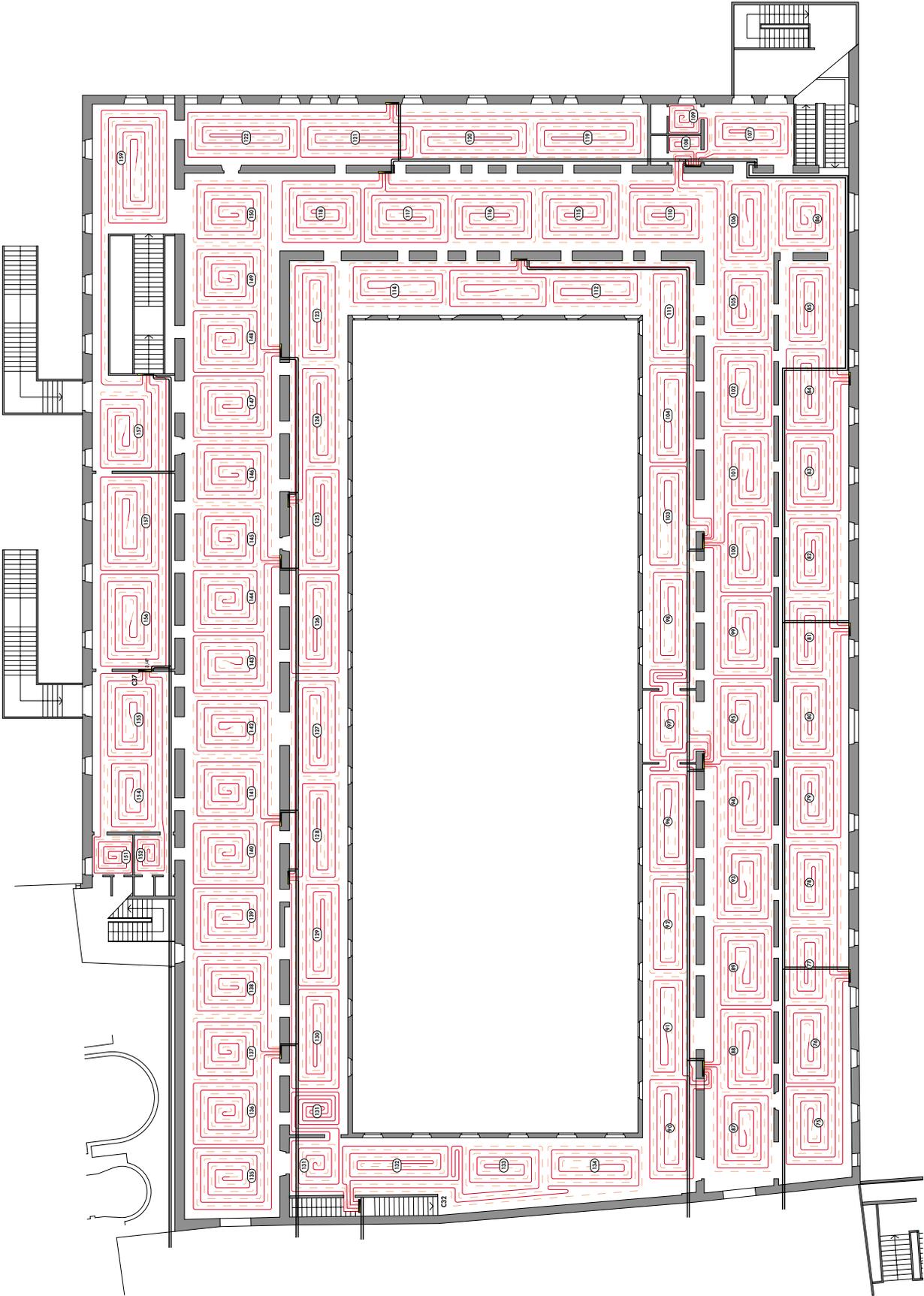
- non presenta terminali in vista,
- offre un elevato comfort ambientale,
- assicura il corretto ricambio dell'aria,
- consente un buon controllo dell'umidità.

Tutte queste prestazioni sono ottenibili facendo svolgere ai pannelli e all'aria primaria compiti fra loro diversi ma complementari.

In particolare, i pannelli servono per scambiare calore (positivo o negativo) con l'ambiente, mentre l'aria primaria serve:

1. ad assicurare il ricambio,
2. a consentire il controllo dell'umidità,
3. a integrare, seppur in modo molto contenuto, l'energia termica ceduta dai pannelli.

**SCHEMA DISTRIBUTIVO PANNELLI - ZONA ESPOSITIVA PRIMO PIANO**



Le potenze termiche specifiche richieste per climatizzare le zone considerate erano mediamente variabili:

- da 75 a 90 W/m<sup>2</sup> per il riscaldamento,
- da 30 a 35 W/m<sup>2</sup> per il raffrescamento

ed erano pertanto (come già accennato) comprese nei limiti, fisiologici e funzionali, che consentono di adottare gli impianti a pannelli (ved. in merito numeri 9 e 10 di Idraulica e IV° Quaderno CALEFFI - Gli impianti a pannelli radianti).

I valori relativamente bassi di tali potenze erano dovuti soprattutto all'elevato spessore dei muri, alla qualità degli infissi, nonché alla limitata conducibilità ed estensione delle superfici vetrate.

### I pannelli radianti

Sono stati realizzati con tubi in PEX dotati di barriera contro la diffusione dell'ossigeno e aventi diametro 20/16. Diametri più piccoli avrebbero limitato troppo le portate, facendo così crescere sensibilmente sia il numero dei pannelli, sia la lunghezza dei tubi richiesti.

Ad esempio, nel caso considerato, il diametro 17/13 avrebbe richiesto (a pari salto termico) 340 pannelli rispetto ai 242 realizzati e una maggior lunghezza dei tubi pari a circa il 30%.

Per assicurare una buona omogeneità delle temperature a pavimento, i pannelli sono stati dimensionati a basso salto termico e con sviluppo a spirale. Inoltre, nel definire le zone di pavimento coperte dai pannelli, sono stati lasciati (ved. disegno allegato) piccoli corridoi laterali, di circa 60-70 cm, per far passare i cavi elettrici e di trasmissione dati.

L'impianto è stato dimensionato in base alla potenza termica richiesta per riscaldare i locali. Per il raffrescamento si è considerata invece una potenza termica mediamente uguale al 30% di quella erogata per il riscaldamento.



Per la posa dei tubi sono stati utilizzati pannelli preformati in polistirolo con appositi supporti di fissaggio.

La dilatazione dei pavimenti (quasi tutti in cotto) è stata assicurata con giunti sia periferici che principali.

**I giunti periferici**, cioè quelli che servono a creare discontinuità tra il pavimento e le strutture verticali (pareti, colonne, pilastri, gradini, ecc...), sono stati realizzati con bordi perimetrali da 6 mm in polietilene espanso.

**I giunti principali**, cioè quelli che servono ad interrompere la continuità del massetto, sono stati invece ottenuti con strisce di polistirolo leggero (12÷16 kg/m<sup>3</sup>) da 8 mm e hanno separato fra loro superfici di pavimento di circa:

- 40 m<sup>2</sup> per le zone a sviluppo rettangolare,
- 60 m<sup>2</sup> per le zone ad L o a T.

A livello del pavimento, questi giunti sono stati finiti dapprima con profilati di plastica ad U rinforzati internamente con un'anima in gomma, e poi, **su utilissimo suggerimento di un posatore**, con pasta di silicone mista a cotto finemente pestato.

### **Le cassette di derivazione dei pannelli**

Ogni cassetta installata (in totale ce ne sono 54) contiene:

- 2 valvole di intercettazione generale,
- 1 filtro a cestello,
- 1 regolatore automatico di portata Autoflow,
- 1 valvola motorizzata a 2 vie,
- 2 collettori fra loro indipendenti,
- 2 valvole di sfiato dell'aria MINICAL,
- 2 rubinetti di scarico,
- valvole di taratura e intercettazione dei pannelli.



### **I circuiti per la distribuzione del fluido**

Sono del tipo a portata variabile: cosa d'altra parte facilmente intuibile per la presenza di valvole motorizzate a 2 vie nelle cassette di derivazioni dei pannelli.

La soluzione con portata variabile è stata preferita a quella con portata costante (cioè quella con valvole a 3 vie) in quanto consente, al chiudersi delle valvole, di far lavorare le pompe con potenze più basse.

E' così possibile, considerando l'ordine delle grandezze in gioco, ottenere sensibili risparmi sui costi di esercizio delle pompe stesse.

Per la distribuzione del fluido vettore sono stati realizzati **circuiti lineari a due tubi bilanciati dinamicamente con Autoflow in corrispondenza di ogni cassetta**.

Gli Autoflow si sono rivelati di grande utilità sia per bilanciare i circuiti (cosa tutt'altro che semplice vista la loro estensione), sia per realizzare facilmente varianti in corso d'opera: prestazione questa utilissima negli interventi di restauro, dove sotto ogni intonaco e ogni pietra può nascondersi un manufatto che impone nuovi percorsi dei tubi o nuove collocazioni dei terminali e delle cassette.

Nati in America per le esigenze impiantistiche dei grattacieli e dei grandi centri commerciali - cioè per le esigenze dell'edilizia più avanzata del 20° secolo - gli Autoflow si sono rivelati

molto utili anche per risolvere problemi impiantistici connessi all'edilizia di 2.000 anni fa.

Per esempio a Santa Giulia ci sono stati di grande aiuto per superare (senza dover continuamente ridimensionare i circuiti) un lungo tratto di strada romana, un grande mosaico a pavimento e un pozzo longobardo: manufatti venuti alla luce solo durante l'esecuzione dei lavori.

### **La regolazione degli impianti a pannelli**

E' stata realizzata una regolazione di tipo sia centrale che locale.

La regolazione centrale è ottenuta con una valvola modulante a tre vie posta a monte delle pompe.

La regolazione locale è invece attuata con valvole a due vie (poste in ogni cassetta) in grado di attivare o disattivare la circolazione del fluido attraverso i pannelli.

**Nel periodo invernale**, la regolazione centrale è di tipo climatico: cioè la valvola a tre vie regola la temperatura del fluido in relazione alla temperatura esterna.

La regolazione locale (su segnalazione della sonda di controllo) interviene bloccando il flusso del fluido solo quando la temperatura ambiente supera il valore voluto: cosa che può avvenire facilmente per apporti di calore dovuti all'irraggiamento solare o alla presenza di persone.

In questo caso la sonda di controllo locale agisce come un semplice termostato.

**Nel periodo estivo** invece la regolazione centrale è a punto fisso, mentre la regolazione locale (sempre su segnalazione della sonda di controllo) blocca il flusso del fluido sia quando la temperatura ambiente scende sotto il valore voluto, sia quando l'umidità ambiente supera un limite prefissato.

In questo caso la sonda di controllo locale agisce come un termoumidostato.

### **La distribuzione dell'aria primaria**

L'aria primaria è distribuita al piano terra con canali interrati e al primo piano con canali a controsoffitto.

I canali interrati del piano terra si sviluppano sotto lo strato isolante dei pannelli radianti e immettono aria nei locali attraverso diffusori rettangolari a doppia alettatura posti a circa 30 cm di altezza rispetto al piano del pavimento. Per evitare fenomeni di corrosione, i canali sono stati protetti con fogli bitumati da 3 mm saldati a caldo.

I canali a controsoffitto del primo piano si sviluppano, come indicato nel disegno riportato a lato, nei controsoffiti delle navate laterali. L'aria è immessa nelle sale sia con diffusori rettangolari a parete, sia con diffusori lineari a semplice feritoia posti a controsoffitto.

Tutti i canali sono doppi con interposto un pannello di lana minerale da 30 mm.

## **ZONA SALA POLIFUNZIONALE**

Per la climatizzazione di questa grande sala, che può essere riservata sia ad esposizioni tematiche che a congressi, è stato adottato un impianto strutturalmente uguale a quello delle altre sale espositive. L'unica variante riguarda l'impianto dell'aria, che è stato dimensionato anche per poter far fronte alle esigenze di una sala congressi.

## **ZONA BAR**

Questa zona, realizzata "ex novo" sopra i locali delle centrali termofrigorifere ed elettriche, è stata climatizzata con ventilconvettori a parete inseriti nelle strutture d'arredo.

Non era qui proponibile una soluzione a pannelli in quanto erano richieste potenze termiche (sia per il caldo che per il freddo) troppo elevate. D'altra parte, essendo il locale nuovo, non sussistevano particolari vincoli architettonici.

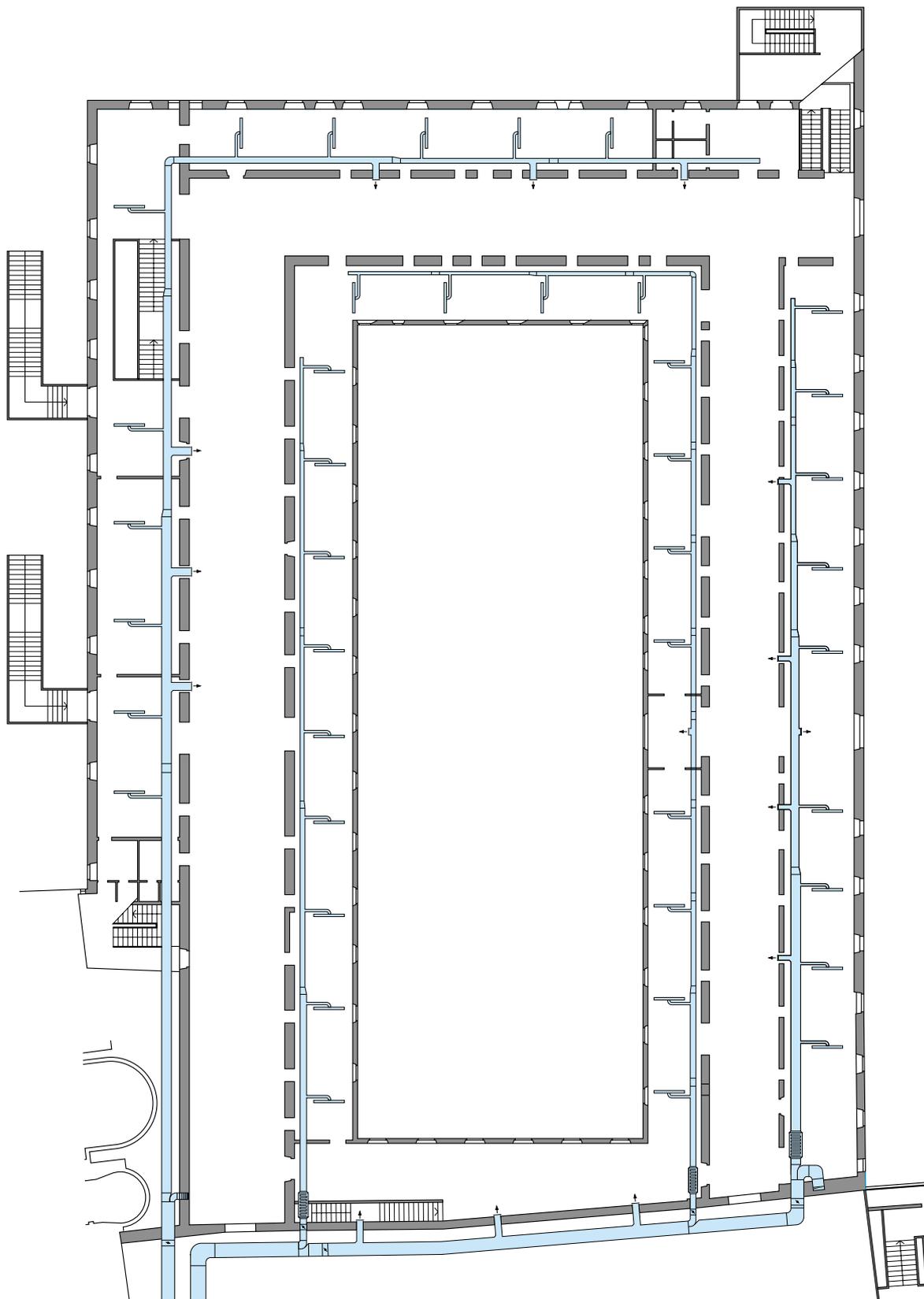
## **SISTEMA DI GESTIONE CENTRALIZZATO**

Tutti gli impianti di climatizzazione, così come quello antincendio, sono gestiti e supervisionati da un sistema centrale computerizzato che consente di:

- poter condurre gli impianti, in modo del tutto automatico;
- effettuare la rotazione delle macchine più soggette ad usura (pompe, gruppi frigoriferi, ecc...);
- impostare simulazioni atte a migliorare l'efficienza dell'impianto;
- verificare i principali valori di funzionamento, quali: temperature, pressioni, umidità relative, ecc....

Inoltre, sul terminale video, sono segnalate in tempo reale tutte le situazioni di allarme e di funzionamento anomalo degli impianti.

## SCHEMA DISTRIBUTIVO CANALI ARIA PRIMARIA - ZONA ESPOSITIVA PRIMO PIANO



## IL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti sono già in funzione da circa un anno. Il funzionamento invernale (avviato a museo ancora in fase di allestimento) è servito a facilitare l'arredo del museo e ad evitare l'insorgere di muffe sui nuovi intonaci.

L'avvio degli impianti non ha presentato problemi e nessun pannello ha richiesto spurghi manuali dell'aria: merito questo quasi certamente da attribuire all'azione dei disaeratori di microbolle posti in centrale.



Il sistema automatico di gestione ha inoltre consentito un buon controllo degli impianti e non è mai stato necessario ricorrere ai comandi alternativi manuali previsti per poter far fronte a guasti del sistema o a programmi infettati da "virus".

**Nel periodo invernale** la curva di regolazione dei pannelli è stata impostata tra i punti:  $P_1 (20, 20)$  e  $P_2 (-7, 45)$ , mentre le sonde di zona sono state regolate a  $19^\circ\text{C}$ . L'aria primaria è stata immessa ad una temperatura variabile tra  $19$  e  $23^\circ\text{C}$ .

**Nel periodo estivo** invece, la temperatura di mandata del fluido è stata fissata a  $15,5^\circ\text{C}$ , mentre le sonde di zona sono state generalmente regolate a  $24^\circ\text{C}$  e ad una umidità relativa del 70%. L'aria primaria è stata immessa a  $15^\circ\text{C}$ .

Fino ad oggi tutti gli impianti hanno coerentemente dato le prestazioni richieste e non hanno presentato inconvenienti, anche perché nulla era sperimentale. Seppur in contesti diversi avevamo già collaudato tutte le soluzioni adottate.



## NOTE CONCLUSIVE

A lavoro finito, ci pare che l'inserimento degli impianti abbia sostanzialmente rispettato le forme e le strutture esistenti. Gli unici materiali impiantistici in vista sono infatti le cassette di zona, le sonde e le bocchette dell'aria primaria: materiali in pratica non occultabili e comunque dalla presenza assai discreta e neutra.

Per mettere a punto le soluzioni adottate ci sono stati di molto aiuto:

- 1. Il costante confronto con gli altri progettisti.**  
E' servito ad evitare soluzioni non rispettose della realtà e delle esigenze impiantistiche.
- 2. L'uso di tecniche e di materiali nuovi.**  
Abbiamo tuttavia utilizzato solo tecniche e materiali di sicuro affidamento, dato che non sono di certo questi i luoghi dove si può fare sperimentazione.
- 3. L'assidua presenza in cantiere.** In questi interventi gli imprevisti sono all'ordine del giorno ed esigono verifiche "in loco", nonché adeguamenti precisi e puntuali.
- 4. Il non lesinare mai tempo nè energie nell'inseguire la giusta soluzione,** o almeno quella che sembra tale.

Chi ha il privilegio e l'onere di prestare il suo lavoro in luoghi come questi, forgiati da una serie di eventi straordinari e irripetibili, non deve mai dimenticare che la loro bellezza e il loro equilibrio sono incredibilmente fragili e possono essere compromessi, in modo irrimediabile, da un intervento imprudente, da un'ingerenza inutile o da qualche "nuova proposta" gratuita e banale.



Vogliamo infine ringraziare alcune persone che abbiamo sentito molto vicine nello svolgere questo lavoro, ed in particolare:

l'avv. Pompeo Anelli e il dott. Luigi Agostini, infaticabili nel risolvere i problemi finanziari e organizzativi che ostacolavano il regolare corso dei lavori;

l'ing. capo dei lavori pubblici Mario Lucchini, costante e indispensabile punto di riferimento per le sue capacità tecniche e probità morale;

l'arch. Gigi Fasser per la sua professionalità, cultura e pazienza;

gli ingg. Luciano Arvati e Renzo Lanfranchi, collaudatori attenti, capaci, rigorosi in modo giusto ed equilibrato;

il geom. Giammarco Pilia, prezioso come memoria storica del cantiere e coordinatore dei lavori;

Piera Tabaglio e Giuliana Ventura a cui dobbiamo tutte le fotografie del museo;

il geom. Franco Resconi, "impiantista" di razza, per acume, buon senso e concretezza.

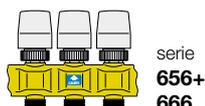


## IMPIANTI A PANNELLI RADIANTI La distribuzione del fluido

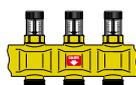
Gli impianti a pannelli radianti necessitano di appositi dispositivi per la distribuzione ed il controllo del fluido riscaldante nel circuito idraulico. Ciascuno di essi svolge una determinata funzione per soddisfare al meglio le esigenze di questo tipo di impianto.

### ESIGENZA

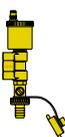
- Intercettare manualmente od automaticamente la portata di fluido inviato ad ogni pannello.
- Regolare accuratamente la portata di fluido inviato ad ogni pannello e bilanciare i vari circuiti derivati dallo stesso collettore.
- Spurgare l'impianto ed eliminare automaticamente l'aria contenuta nel circuito idraulico.
- Collegare i collettori con le tubazioni di materiale plastico utilizzate per i pannelli.
- Controllare la portata reale inviata a ciascun pannello oppure controllare la temperatura di ritorno da ogni pannello.
- Filtrare il fluido in ingresso al collettore.
- Bilanciare automaticamente alla portata nominale il circuito idraulico dei collettori.
- Controllare le temperature di mandata e di ritorno dei collettori ed eventualmente intercettare la portata di fluido.



serie  
**656+**  
**666**



serie  
**667**



serie  
**5996**



serie  
**680**



serie  
**669**  
**657**



serie  
**1209**



serie  
**1209**



serie  
**391**

### RISULTATO

Si può controllare ogni locale in modo indipendente, limitandone la temperatura al valore desiderato.

Si evitano squilibri idraulici tra i vari circuiti e si garantisce il funzionamento dei pannelli secondo le richieste termiche di progetto.

Si evita che la formazione di aria ostacoli la circolazione del fluido e comprometta la resa termica dei pannelli.

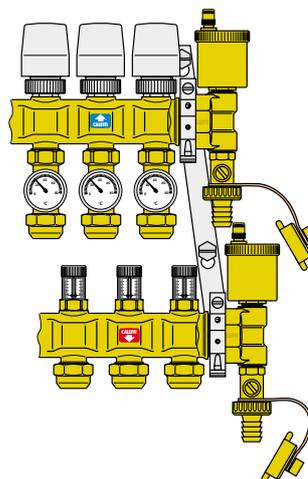
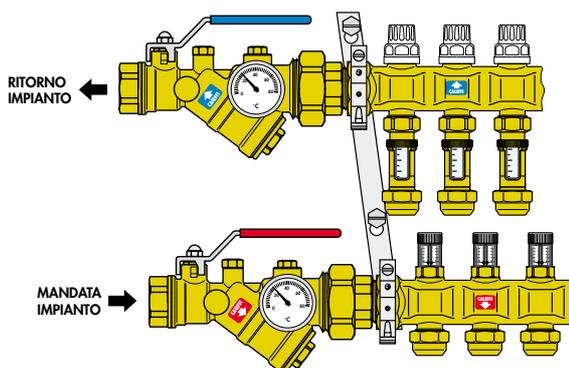
Si possono accoppiare con un raccordo unico la maggior parte delle tubazioni in materiale plastico, sia monocomponente che multistrato, presenti sul mercato.

Si verifica l'effettiva resa termica del singolo pannello, garantendo la corrispondenza tra i dati di progetto e le condizioni reali di funzionamento.

Si impedisce che la sporcizia possa depositarsi sulla sede delle valvole o lungo le tubazioni, compromettendo il funzionamento dell'impianto.

Ad ogni collettore si garantisce sempre la portata nominale di progetto in ogni condizione di funzionamento dell'impianto.

Si può conoscere la reale potenza termica complessiva distribuita a ciascuna zona dell'impianto mediante la coppia di collettori ed intervenire per eventuali manutenzioni del circuito servito.





## IMPIANTI A PANNELLI RADIANTI

### La regolazione

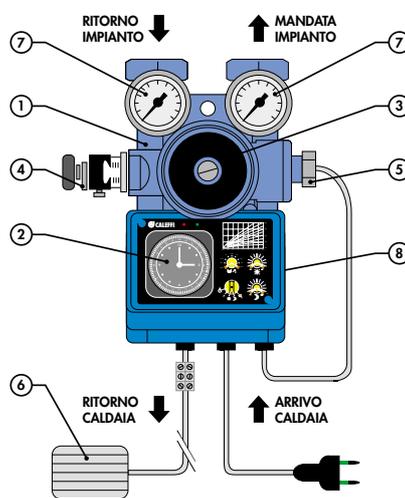
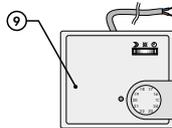
Gli impianti a pannelli radianti necessitano di appositi sistemi di regolazione della temperatura del fluido riscaldante inviato ai vari circuiti. A seconda delle diverse esigenze termiche dell'impianto, essi possono essere configurati con vari componenti.

#### ESIGENZA

- Inviare ai pannelli fluido con temperatura variabile a seconda delle condizioni esterne ed interne;
- programmare i livelli di comfort ed attenuazione;
- permettere il collegamento ad ogni tipo di circuito ad alta temperatura;
- garantire il non superamento della temperatura limite di sicurezza;
- permettere di realizzare facilmente il collegamento idraulico ed elettrico.

#### Gruppo di regolazione climatica serie 150

1. Miscelatore a campana a 4 vie
2. Programmatore climatico
3. Pompa di circolazione
4. Valvola differenziale di by-pass
5. Sonda temperatura di mandata.
6. Sonda temperatura esterna
7. Termometri a pozzetto
8. Regolatore della temperatura max
9. Sonda temperatura interna serie 151



#### RISULTATO

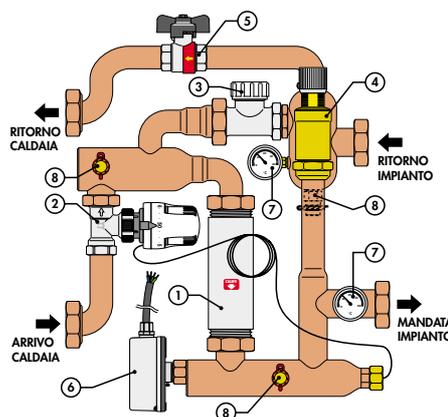
Si minimizza l'inerzia termica del pavimento, inviando ai pannelli il fluido alla minima temperatura necessaria per far fronte al fabbisogno termico richiesto. Si possono impostare condizioni variabili di temperatura ambiente nell'arco della giornata; ci si può collegare a caldaie con o senza il proprio circolatore; si impedisce che fluido ad alta temperatura possa danneggiare il pavimento e le strutture murarie; si semplificano l'installazione e la messa in servizio.

#### ESIGENZA

- Inviare ai pannelli fluido a temperatura fissa al variare delle condizioni di funzionamento dell'impianto;
- garantire il non superamento della temperatura limite di sicurezza;
- permettere facilmente il collegamento con i collettori di distribuzione contenendo gli ingombri;
- permettere l'abbinamento a circuiti ad alta temperatura;
- permettere, nonostante la semplicità funzionale, di soddisfare le esigenze termiche richieste.

#### Gruppo di regolazione a punto fisso serie 160

1. Dima per l'inserimento del circolatore
2. Valvola termostatica
3. Valvola di taratura
4. Valvola differenziale di by-pass
5. Valvola a sfera con ritegno incorporato
6. Termostato di sicurezza
7. Termometri
8. Predisposizione al collegamento delle prese di pressione



#### RISULTATO

Si mette velocemente a regime l'impianto; si limita la massima temperatura del fluido evitando che possa danneggiare il pavimento o le strutture; si inserisce in schemi distributivi di tipo misto con radiatori ad alta temperatura; rende minima la spesa per realizzare la regolazione termica dell'impianto.

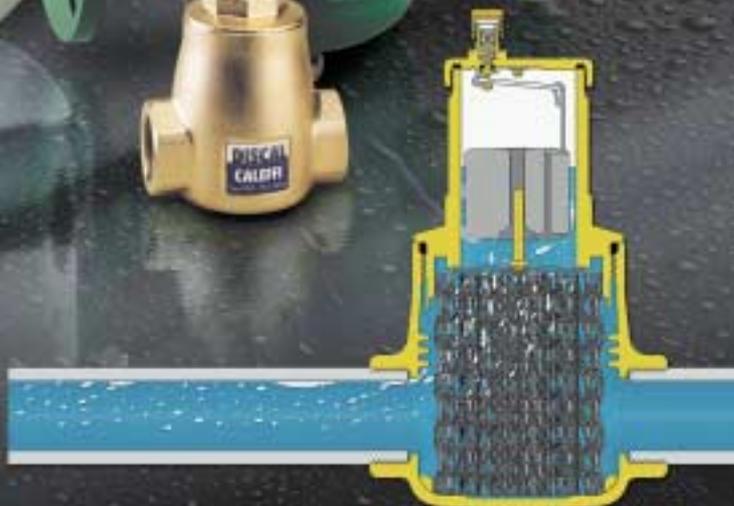
# CALEFFI

## DISAERATORE

- Progettato per ottenere una totale disaerazione dell'acqua
- Evita danni alle caldaie
- Previene i fenomeni di cavitazione e rumorosità
- Ottimizza il rendimento dei corpi scaldanti
- Brevettato



# DISCAL



IDRAULICA