

■ Ha ormai più di quarant'anni il pavimento radiante installato nella cattedrale di Lodi

■ Questo articolo si propone di illustrare un "pezzo di storia" del riscaldamento radiante

## Lodi/Un impianto a pavimento che ha fatto scuola

# Il rame scalda la cattedrale da oltre 40 anni

La cattedrale di Lodi, una delle più maestose della Lombardia, è in stile romanico. Iniziata nel 1160 e terminata nel XVI secolo, ha un interno a tre navate. La chiesa conserva numerose opere d'arte, tra le quali una statua e le reliquie di San Bassiano, Patrono della Città e due polittici di Callisto e Martino Piazza del XVI secolo; sono inoltre visibili frammenti di affreschi del '300 e del '500. La cattedrale è stata completamente restaurata tra il 1958 ed il 1965 e nel quadro di questo restauro, è stato installato un sistema di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento in rame.

### Problematiche correlate a edifici particolari

In quegli anni, il progettista dell'impianto, l'ing. Franco Palmizi, ha illustrato le problematiche relative agli edifici come le chiese, in particolare quelle antiche, e ha spiegato i criteri che lo hanno portato a scegliere il sistema radiante. Si è a lungo soffermato su dettagli (tecnici e di comfort) che oggi sono dati ormai per acquisiti, ma che allora non erano ancora patrimonio comune: basti pensare che il primo impianto a pavimento in rame posato in Italia - progettato oltretutto proprio dal Palmizi - risale al 1954, cioè solo ad una decina di anni prima. A parte qualche dettaglio tecnico, potrebbe essere scambiato per un impianto realizzato oggi. Ed non è superfluo sottolineare che l'impianto funziona tuttora perfettamente.



### Spessore dei muri e inerzia termica

Di seguito elenchiamo la peculiarità di edifici come la Cattedrale di Lodi e in generale le chiese antiche: la presenza di muri esterni in pietra e coperture di notevole spessore, con vetrate di superficie limitata.

Le dispersioni di calore sono, quindi, in rapporto al volume da riscaldare, estremamente ri-

dotte. Dal momento che i muri hanno una grossa inerzia termica, le variazioni della temperatura esterna vengono trasmesse con notevole ritardo e gli sbalzi bruschi addirittura non vengono risentiti. Queste considerazioni hanno autorizzato ad accettare una temperatura esterna di progetto la media di un periodo di 100 ore, contro le 24 di un edificio normale con pareti

più leggere. Pertanto i calcoli si sono basati su una temperatura esterna di +5 °C, invece di -5 °C come nel caso degli edifici situati nella Valle Padana.

Bisogna aggiungere che, nelle chiese, a differenza degli altri "locali destinati a pubbliche riunioni", le persone non si tolgono il soprabito, quindi una temperatura di 12-14 °C all'altezza delle

### Scheda lavori

**Oggetto:**  
la Cattedrale di Lodi

**Progettista dell'impianto:**  
Ing. Franco Palmizi.

**Installatore dell'impianto:**  
Bravi & Subinaghi, Lodi

**1. La cattedrale di Lodi, una delle più maestose della Lombardia.**

**2. Per realizzare l'impianto a pavimento della cattedrale sono stati impiegati quasi 5.800 metri di tubo di rame.**

**3, 4. Il tubo è annegato sottotraccia e il rame non si può vedere; è possibile però scorgere una "traccia" negli sfiatatoi seminasconditi lungo le pareti esterne, in basso: sono collegati all'impianto da un tubo, per l'appunto, di rame.**

persone può essere considerata soddisfacente.

### Il fabbisogno termico della cattedrale

La cattedrale di Lodi ha un fabbisogno termico di 250.000 kcal/h, con un volume riscaldato di 25.000 m<sup>3</sup>: 10 kcal/(h\*m<sup>3</sup>), circa un terzo del valore degli edifici nella zona adibiti a normali abitazioni. Ma come riscal-

dare efficacemente un volume così grande? Tutti i sistemi ad aria calda, sia immessa direttamente tramite canalizzazioni sia ottenuta attraverso corpi scaldanti, devono affrontare il problema dell'altezza: infatti si realizza un gradiente termico, cioè la stratificazione dell'aria con aumento della temperatura verso il soffitto, cioè in una zona non frequentata dalle persone e oltretutto più disperdente per via delle vetrate e delle pareti meno spesse. Comunque, una volta raggiunta la temperatura di progetto ad altezza uomo, si dovrebbero risolvere altri problemi, tipo il rumore e l'estetica delle canalizzazioni lungo le colonne e le pareti, la distribuzione del calore al centro della chiesa, il sollevamento della polvere dovuto a moti convettivi (senza considerare che il pulviscolo atmosferico messo in movimento si deposita sulle pareti e sugli arredi sacri, spesso di valore artistico, creando annerimento in tempi relativamente brevi). L'utilizzo di aerotermini sarebbe stato forse efficace, però più adatto a una fabbrica che a una chiesa.

### Il funzionamento del pavimento radiante

Mostrati gli inconvenienti dei sistemi a circolazione forzata d'aria calda, l'ing. Palmizi ha analizzato i pavimenti radianti, descrivendo i principi del loro funzionamento: "mediante il calore emesso dai serpentine annegate nel pavimento, si riscalda lievemente la superficie del pavimen-



## In breve

## Collettori solari, energia pulita

L'Italia offre condizioni meteorologiche molto favorevoli per lo sfruttamento dell'energia solare. Il valore di insolazione compreso tra 1200 e 1750 kWh/m<sup>2</sup> all'anno presenta una differenza tra nord e sud intorno al 40%, rimanendo in entrambi i casi maggiore del fabbisogno annuo procapite di calore necessario per la preparazione di acqua calda nel residenziale. In queste condizioni un impianto solare standard consente di risparmiare fino all'80% dell'energia necessaria per la produzione di acqua calda e fino al 40% della domanda complessiva di calore per l'acqua calda sanitaria e per il riscaldamento degli ambienti. La superficie di collettori attualmente installata in Italia è di circa 4 m<sup>2</sup> per 1000 abitanti, in confronto a una media europea di 19 m<sup>2</sup> per 1000 abitanti, mentre il tasso annuale di installazione di collettori solari in Italia è di circa 50.000 m<sup>2</sup> all'anno. Gli impianti solari termici, come i sistemi Rehau-Solect proposti dall'azienda Rehau, consentono la produzione di energia per il riscaldamento e di acqua calda, diminuendo le emissioni di sostanze inquinanti. Attraverso tali sistemi, i raggi solari a onde corte vengono trasformati in calore dal collettore, mentre la copertura trasparente e l'assorbitore, ricoperto di uno strato selettivo, fungono da camera a specchi per impedire il passaggio dei raggi ad onde lunghe all'esterno. Attraverso un circuito termovettore e grazie all'utilizzo di una miscela di acqua e antigelo, in grado di proteggere l'intero circuito dal gelo e dalla corrosione, il calore ricavato viene trasportato ed accumulato in modo da garantire il fabbisogno di acqua calda. La regolazione elettronica assicura che la pompa del circuito solare funzioni solo quando l'energia proveniente dal collettore venga raccolta nel bollitore. Attraverso un dispositivo di sicurezza, presente nel kit pompa, viene garantito il buon funzionamento dell'impianto solare anche dopo un eventuale surriscaldamento dell'impianto stesso.



**Gli impianti solari termici, come i sistemi Rehau-Solect di Rehau, consentono la produzione di energia per il riscaldamento e di acqua calda, diminuendo le emissioni di sostanze inquinanti**



**La superficie di collettori attualmente installata in Italia è di circa 4 m<sup>2</sup> per 1000 abitanti, in confronto a una media europea di 19 m<sup>2</sup> per 1000 abitanti**

## Menzione speciale per Carel

Carel ha vinto una menzione speciale nella prima edizione del Premio F.I.O.R.E. (Farnell InOne RoHS Elected) 2006 per la categoria "Tecnologie per la produzione". Si tratta di un prestigioso riconoscimento alle soluzioni e tecnologie RoHS compliant più all'avanguardia nell'industria elettronica, promosso da Farnell InOne, insieme ad Assodel (Associazione Italiana Fornitori Elettronica) ed Ecoqual'It (Consorzio nazionale uso, qualità, smaltimento apparecchiature It). La Giuria, composta da membri del mondo istituzionale e imprenditoriale, analizzando la risposta Carel alla Direttiva RoHS ha addotto le seguenti motivazioni: "Degna di merito è l'analisi accurata delle diverse problematiche legate all'introduzione delle nuove tecnologie di assemblaggio e l'attuazione, in un contesto di collaborazione con fornitori, clienti ed associazioni, di un programma di progressiva estensione delle scelte alle diverse realtà produttive del gruppo".

## Climatizzazione radiante: corsi RDZ



**RDZ organizza corsi sulla "climatizzazione radiante" nei giorni venerdì 13 e venerdì 20 ottobre 2006 (per installatori); venerdì 10 novembre 2006 (sistema b!klimax)**

loro applicazioni e vantaggi, sino ai consigli pratici per la loro installazione e alla presentazione di b!klimax, il nuovo sistema di RDZ. Altri appuntamenti per l'autunno 2006 si terranno con il seguente programma: venerdì 13 e venerdì 20 ottobre 2006, corso per installatori sulla climatizzazione radiante; venerdì 10 novembre 2006, corso per studi tecnici sul sistema b!klimax.

Grande l'entusiasmo dei sessanta partecipanti al corso tenutosi recentemente presso il centro convegni RDZ sul tema "Gli Impianti di Climatizzazione Radiante: Installazione, funzionamento, prestazioni energetiche e funzionalità". Un momento didattico perfettamente in linea con la filosofia dell'azienda da sempre attenta all'importanza che la formazione riveste soprattutto in un settore, quello della climatizzazione radiante, che è in costante evoluzione. Un corso a 360° gradi sull'argomento "climatizzazione radiante", che ha spaziato dalle caratteristiche tecniche diverse per ogni tipologia d'impianto, alle

to medesimo ad una temperatura dell'ordine di 28-30 °C e tale temperatura, inferiore a quella del corpo umano si è dimostrata la più conveniente allo scopo in quanto essa non dà luogo a sensazioni di disagio neppure a chi calza suole leggere ed ha insofferenza per il calore eccessivo alle estremità".

## Niente correnti d'aria né polvere

Il calore viene emesso ad una temperatura bassa ma attraverso una superficie amplissima, che permette di distribuirsi uniformemente senza causare correnti fastidiose, annerimento delle pareti e gradienti termici. "Il calore emesso dai pannelli a pavimento è per metà circa calore radiante, ossia calore che si trasmette ai corpi come la luce senza il sussidio dell'aria ambiente".

L'ing. Palmizi ha voluto sottolineare tre punti: con il sistema a pavimento non è necessario riscaldare tutto l'ambiente, non si verificano variazioni di temperatura apprezzabili e l'impianto è celato alla vista. L'unico difetto è quello dell'elevata inerzia termica.

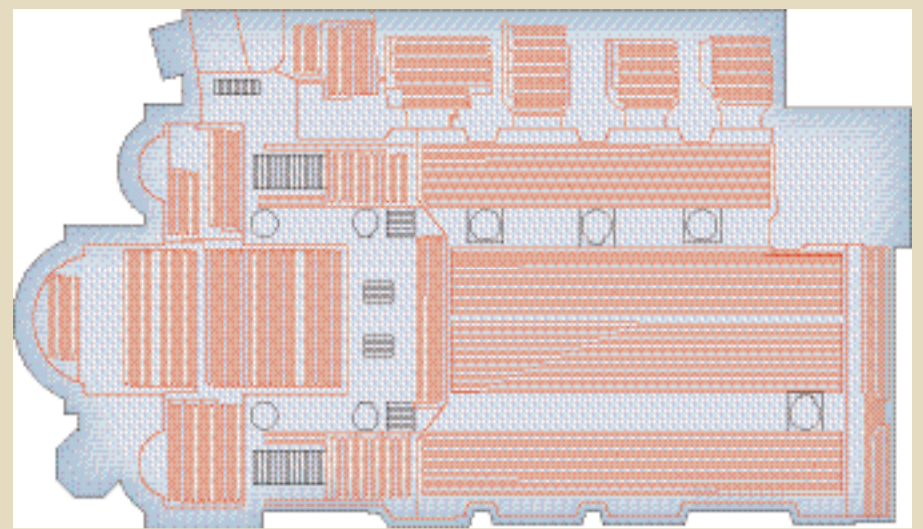
## Il rame, pratico e durevole

Scelto il sistema riscaldante, bisognava decidere quale materiale usare per le tubazioni. Quarant'anni fa c'era solo la scelta tra l'acciaio e il rame e il progettista ha optato per quest'ultimo: le matasse in rame consentono di fare percorsi lunghi senza giunzioni rispetto alle verghe in acciaio e sono più veloci da posare: un'intera navata ha potuto essere coperta in una mattinata. Inoltre il rame ha maggiore durata.

I pavimenti delle chiese in genere poggiano sul terreno, senza interposizione di vespai o cantinati e infiltrazioni di umidità possono creare problemi all'acciaio, ma non al rame.

Oltretutto nel tubo di rame non si forma la ruggine, quindi vi sono bassissime perdite di carico e si possono utilizzare tubi con spessori più contenuti. Il rame, secondo l'ing. Palmizi, "è un materiale di durata illimitata e in ogni caso di durata superiore a quella del pavimento, quale sia il materiale impiegato per la formazione del pavimento medesimo".

## Planimetria della cattedrale di Lodi



**La posa del serpentino in rame nelle navate, nella cripta e nelle cappelline laterali.**

## L'antenateo del pavimento radiante: il "riscaldamento a ipocausto"

La tecnica del riscaldamento radiante risale addirittura agli antichi romani. Il riscaldamento a ipocausto (trad.: riscaldamento dal basso) consisteva in un pavimento rialzato cavo o in una parete con dei canali interni. Attraverso dei focolari accesi nei locali inferiori dell'edificio, si formavano aria e fumi caldi convogliati verso i pavimenti e i muri, i quali, una volta riscaldati, irradiavano nei locali. Rispetto ai sistemi radianti di oggi, questo sistema dell'antichità non brillava certo per risparmio energetico, dal momento che i fumi uscivano dalle intercapedini ancora caldi, determinando un eccessivo consumo di legna nelle fornaci.

Lo sviluppo tecnologico e la combinazione con altri sistemi ha permesso l'ottimizzazione del riscaldamento a ipocausto: l'esempio più interessante è il riscaldamento a parete in laterizio ipotermico, ideato da J. Steiner.

La parete è costituita da mattoni forati, con due camere d'aria separate, di cui una anteriore posta verso la parete del locale da riscaldare; la parte superiore ed inferiore del sistema è completata da un mattone terminale a forma di U, che unisce le due camere d'aria in modo da ottenere un circuito chiuso. Infine, alla base della parete, coperto da un battiscopa, è posto un tubo di rame alettato che trasporta acqua calda.

Appena quest'ultima scorre, si sviluppa all'interno della parete cava un movimento naturale di aria calda che sale nella cavità anteriore; un volta ceduto il suo calore alla parete; in alto, l'aria ormai raffreddata passa attraverso il mattone a forma di U e scende verso il tubo; qui verrà di nuovo riscaldata e riprenderà un nuovo ciclo. Tale parete radiante può arrivare fino ad un'altezza di due metri.

## La posa del serpentino in rame

Sotto il pavimento delle navate, la rete dell'impianto è secondo lo schema detto "a griglia", usato quando ci sono grandi superfici da riscaldare: la griglia consiste in tubi paralleli che giacciono tra il collettore di ingresso e quello di uscita; ogni griglia è a ritorno compensato, in maniera tale da rendere uguali le lunghezze di ogni singolo circuito, per uniformare le perdite di carico e quindi eliminare le valvole di regolazione. Sotto la navata centrale scorrono due griglie uguali, costituite da collettori che alimentano complessivamente 42 tubi, di dimensione 14x0,75 mm e lunghi 29 metri; le navate di destra e di sinistra sono invece percorse da una singola griglia ciascuna, di 20 e 23 tubi rispettivamente.

Nelle restanti superfici della Cattedrale (es: presbiterio, cappelline laterali, cripta) lo schema dell'impianto è a ser-

pentino, sempre a ritorno compensato, con circuiti che non superano mai i 40 metri di lunghezza: per esempio, sotto l'altare maggiore sono stati installati 3 serpentine di 27 metri ciascuno, alimentati da un collettore in tubo di rame 22x1. Nella cripta, luogo dove è custodita l'urna con le reliquie di san Bassiano, vi sono ben 30 serpentine (anche qui tubo 14x0,75 mm) serviti da 6 collettori: cinque di questi sono del 22x1 mentre il sesto, il più lungo, ha la parte iniziale del 28x1. Sopra la cripta, c'è l'ampio presbiterio, che si erge sopraelevato alle spalle dell'altare: è riscaldato da 36 serpentine serviti da 7 collettori. Ovviamente il tubo è annegato sottotraccia e il rame non si può vedere; è possibile però scorgere una "traccia" negli sfiatatoi seminasconditi lungo le pareti esterne, in basso: sono collegati all'impianto da un tubo, per l'appunto, di rame.

## Considerazioni conclusive

Secondo calcoli approssimativi, sotto la Cattedrale sono stati impiegati quasi 5.800 metri di tubo di rame (escludendo però dal conto i tratti dei collettori).

Le giunzioni sono state effettuate per brasatura con lega d'argento, quindi una brasatura forte.

Infine, la rete di distribuzione è stata eseguita in tubo di acciaio e corre a cunicolo tutt'intorno alla chiesa, in una zona nella quale è previsto un diverso tipo di pavimentazione, così da accedervi in caso di necessità senza dovere manomettere il pavimento principale entro il quale, ricordiamo, giacciono dal 1964 unicamente tubi di rame. •

Marco Crespi

IR, Istituto Italiano del Rame

(si ringrazia per la collaborazione l'arch. Alessandro Taidelli Palmizi, che ha messo a disposizione l'archivio dello Studio dell'ing. Franco Palmizi)