

Risorsa stampata da: <http://www.ingegneri.cc>

---

## Edilizia

---

# Pavimento radiante innovativo per la Basilica della Salute a Venezia

Sono attualmente in corso i lavori di risanamento conservativo del pavimento nel Presbiterio, nel Coro e nella Sacrestia Minore della Basilica di S. Maria della Salute in Venezia, la cui costruzione su progetto di Baldassarre Longhena iniziò nel 1631 (figura 1).

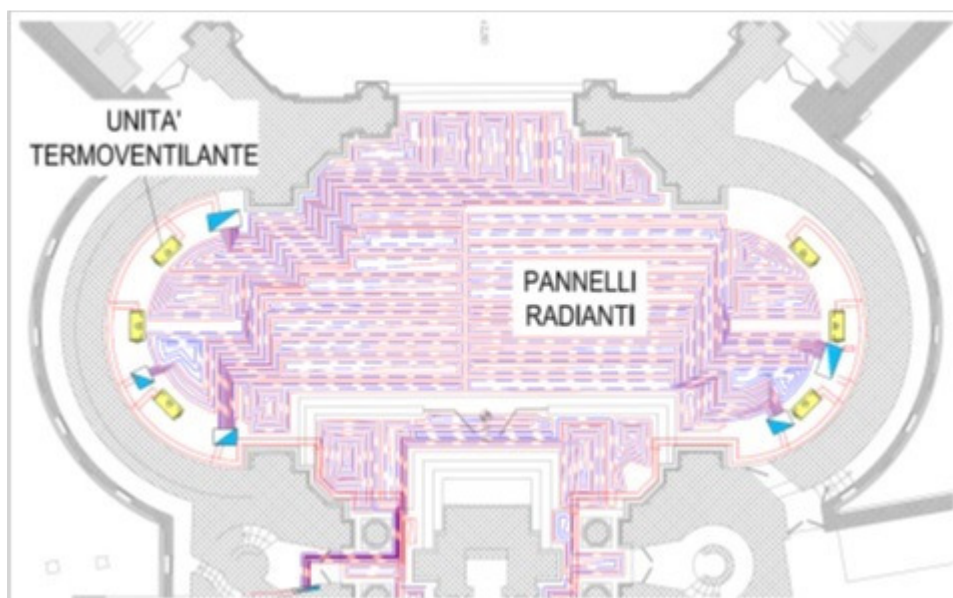
Ne è nata l'opportunità di **realizzare un impianto di riscaldamento** per temperare il rigore invernale, notevole a causa delle ampie superfici vetrate, nelle zone principalmente utilizzate per l'uso liturgico corrente, in particolare nel Presbiterio prospiciente l'Altar Maggiore.



Il progetto di risanamento, dell'ing. Davide Beltrame e dell'arch. Giuditta Russo, prevedeva il sollevamento totale dei circa 9000 pezzi di marmo policromo che costituiscono il prezioso manufatto (figura 2), con relativa precisa catalogazione, il loro individuale restauro e il riposizionamento su sottofondo opportunamente riqualificato.



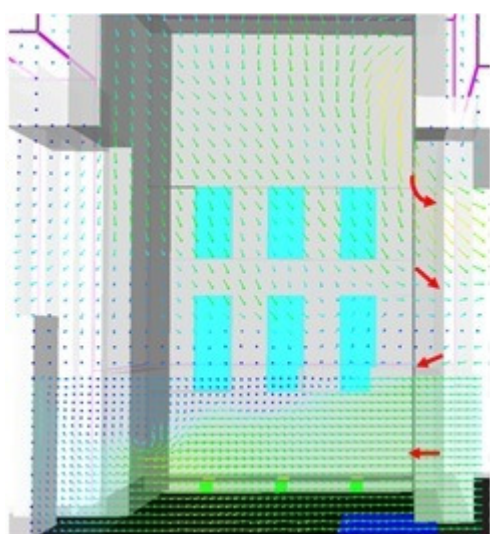
Ciò ha consentito appunto la **realizzazione di un pavimento radiante**, integrato da alcune unità termoventilanti incassate nella pedana di legno che segue l'andamento semicircolare delle absidiole laterali del Presbiterio; lo scopo di queste unità è duplice: contrastare la corrente fredda discendente, generata dalle grandi finestre delle absidiole stesse, e riscaldare l'intradosso del soffitto del presbiterio per elevarne la temperatura radiante, con ovvio contributo alla funzione del sistema (figura 3). L'impianto, progettato da Manens-Tifs, si collega, tramite uno scambiatore di calore di disaccoppiamento, alla nuova centrale termica dell'adiacente Seminario Patriarcale.



È da osservare che vi erano notevoli vincoli all'intervento, posti dalla Soprintendenza, in relazione alla particolare importanza ed integrità del monumento: non era proponibile, in primo luogo, la costruzione di una vetrata di chiusura del grande arco tra il Presbiterio e la rimanente parte della Basilica (figura 4), che certamente avrebbe consentito la creazione di un ambiente chiuso, di dimensioni relativamente limitate, con maggiori possibilità di controllo delle condizioni ambientali.



E proprio tale impossibilità richiede un accurato controllo della temperatura superficiale del pavimento, al fine di evitare fenomeni convettivi che, richiamando aria fredda dal grande volume principale della basilica, potrebbero innescare fastidiose correnti d'aria. Questo aspetto è stato oggetto di uno specifico studio di fluidodinamica computazionale (figura 5) che ha suggerito le condizioni operative di progetto per il pavimento radiante e per le unità termoventilanti.

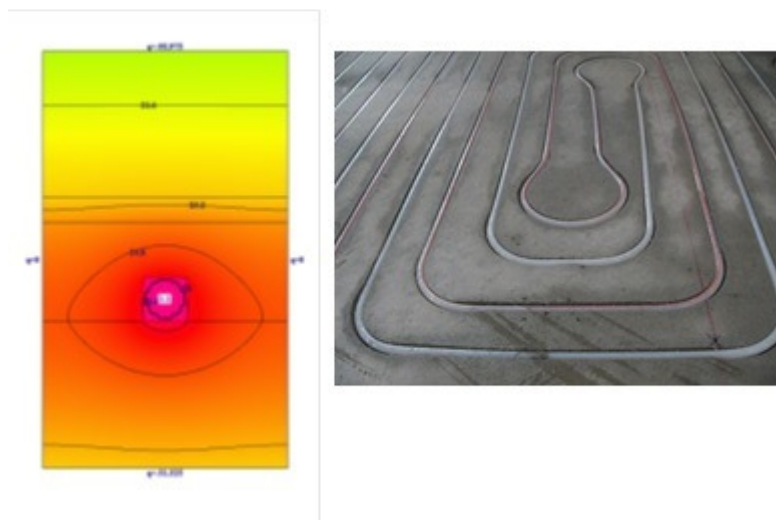


Un'altra limitazione, emersa in corso d'opera a seguito della rimozione del pavimento, è stata imposta dalla presenza di un sottofondo in laterizio, piuttosto ben conservato, che si è voluto mantenere: ciò

ha imposto una drastica riduzione allo spessore disponibile per la realizzazione del sottofondo di posa e del pavimento radiante.

L'innovativa soluzione adottata è costituita da un massetto alleggerito con argilla espansa di piccola pezzatura e additivato di fibra polimerica, specificamente concepito per il restauro (Massetto CentroStorico-Leca) di spessore pari a 4 cm, nel quale sono state direttamente ricavate mediante fresatura a secco secondo un metodo messo a punto da Eurotherm, le cave da 16 mm x 16 mm per alloggiare i tubi dei circuiti radianti; una volta inseriti i tubi, una rasatura di boiaccia abbastanza fluida ha riempito gli spazi vuoti delle cave in modo da presentare una superficie perfettamente piana e in buon contatto termico con la successiva malta di allettamento e le lastre di marmo.

Queste hanno spessori fortemente variabili, da 2 cm per il marmo di Carrara a 6 cm per il Rosso Verona: le differenze sono ovviamente compensate da diversi spessori di malta e complessivamente gli strati sovrastanti il massetto hanno uno spessore totale di 7 cm. Il comportamento termico della struttura complessiva così risultante (terreno di riempimento, sottofondo in laterizio, massetto, malta di allettamento in spessore variabile e lastre di marmo) è stato oggetto, da parte di Eurotherm, di un'**approfondita analisi numerica agli elementi finiti** (figura 6) che ha permesso la determinazione del passo dei tubi e della temperatura di progetto ottimale per l'acqua dei circuiti radianti.



La fresatura delle cave (per la prima volta in un massetto di questo tipo) e la successiva posa dei tubi sono risultate particolarmente agevoli e celeri, e le specifiche attività di cantiere (figura 7) hanno richiesto un tempo modesto, che non ha praticamente interferito con l'onerosa opera di restauro.



L'intervento sarà oggetto di approfondito **monitoraggio da parte del Laboratorio di Energetica degli Edifici dell'Università di Padova**, sotto la guida del Prof. Roberto Zecchin. Una dettagliata campagna di misure sul comportamento *ante operam* è stata condotta durante lo scorso inverno, mediante indagine termografica (figura 8) e registrazione delle temperature in posizioni significative.



Numerosi sensori di temperatura e di umidità del terreno sono stati inseriti a diverse profondità nella struttura del pavimento e al di sotto del medesimo, altri saranno installati all'interno dell'ambiente; un sistema di acquisizione dei dati, collegato al sistema di controllo dell'impianto, consentirà di seguire in tempo reale il comportamento del sistema, modificandone eventualmente i parametri di funzionamento. Si otterranno inoltre elementi per validare modelli di simulazione, specifici per questa tipologia di impianto, nell'ottica di sviluppare strumenti sempre più affidabili per lo studio degli interventi più adatti alla conservazione e alla miglior fruizione del vastissimo patrimonio artistico religioso del quale abbiamo la fortuna di godere.

*Articolo di Davide Beltrame, Ingegnere (Venezia), Viliam Stefanutti, Manens-Tifs (Padova) e Roberto Zecchin, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Padova*