

CONDIZIONAMENTO
AMBIENTE REFRIGERAZIONE
CONDIZIONAMENTO
RISCALDAMENTO
CONDIZIONAMENTO
ENERGIA RISCALDAMENTO
AMBIENTE
REFRIGERAZIONE

AiCARR Journal

LA RIVISTA PER I PROFESSIONISTI DEGLI IMPIANTI HVAC&R

ANNO 5 - FEBBRAIO 2014

EUR015

Organo Ufficiale AiCARR

LINEE GUIDA AICARR
DIAGNOSI ENERGETICA
EFFICIENZA NEGLI EDIFICI STORICI

PROGETTARE LA DIFFUSIONE DELL'ARIA
RADIANTE NELLE CHIESE

CASE STUDY
POMPE DI CALORE IN EDIFICI MONUMENTALI
CENTRALE FRIGORIFERA PER IL MUSEO
IMPIANTO AD ANELLO CON ACQUA DI LAGUNA

BILANCIAMENTO NEI SISTEMI
DI RAFFREDDAMENTO IDRONICI



EDIFICI STORICI VENTILAZIONE

AICARR
Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente

Quine
Business Publisher

LENNOX vi aspetta a Mostra Convegno
Dal 18 al 21 Marzo 2014 a Milano
Hall 2 - Stand C32/42

LENNOX
Think far*



**UNA SOLUZIONE GLOBALE
PER RISPONDERE A
TUTTE LE APPLICAZIONI HVAC**

REGOLAZIONE : Sistema di comunicazione che permette l'ottimizzazione delle attività di gestione delle apparecchiature



Controllo del consumo energetico

Variazione del flusso d'aria e della portata d'acqua. Per unità close control variazione del circuito refrigerante (tecnologia EC)



www.eurovent-certification.com
www.certiflash.com

* AIR CONDITIONING SOLUTIONS FOR YOUR FUTURE

lennoxemeia.com

Da 140 anni, lo stesso impegno:

sistemi Vaillant

sempre più efficienti e sostenibili.



mce  mostra convegno[®]
expocomfort
18-21 Marzo 2014 | Fiera Milano Quartiere Rho
Padiglione 5 • Stand A01

Le migliori tecnologie a servizio del comfort. Ecco quello che facciamo.

La tecnologia di Vaillant è da sempre votata alla scelta giusta: quella che fa star bene. Da generazioni Vaillant si prende cura del comfort. E continuerà a farlo, miscelando forza innovativa, qualità tedesca ed esperienza. Vaillant ti regala la libertà di goderti tutto il benessere senza pensieri. I suoi **140 anni** sono la migliore garanzia per il futuro.

La soddisfazione di fare la cosa giusta.



■ Riscaldamento ■ Climatizzazione ■ Energie Rinnovabili

Perché  **Vaillant** guarda lontano.

44

TEMPO DI BILANCI



Il 2013 si è chiuso con un'ottima notizia: l'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas ha deciso di introdurre una tariffa ad hoc per le pompe di calore residenziali. Inizialmente si tratterà di un periodo di prova, propedeutico anche ad una revisione totale di tutte le tariffe elettriche, previsto per il 2015. L'AEEG ha fatto una sua proposta ed ha indetto una serie di consultazioni con varie associazioni di settore per sentire anche il loro parere.

Il tema è stato più volte trattato all'interno di questa rivista e AiCARR ha scritto anche un position paper sull'argomento, pubblicato nel numero 20. AiCARR è un'associazione culturale e non deve difendere o supportare interessi commerciali: ha, però, il dovere di evidenziare qualunque problematica in contrasto con lo sviluppo di tecnologie innovative per il miglioramento dell'efficienza energetica, della sostenibilità ambientale e per la diffusione dell'uso di fonti energetiche rinnovabili.

L'attuale sistema tariffario è oggettivamente un ostacolo, almeno nel settore residenziale, e la decisione dell'AEEG va nella direzione auspicata. Per adesso la proposta è limitata alle sole pompe di calore elettriche, ma si spera possa essere allargata anche a quelle alimentate a metano, sia a motore endotermico che ad assorbimento.

Per il mondo delle pompe di calore non è la sola bella notizia. In autunno la Comunità Europea ha deciso di soprassedere all'idea di caricare in sito tutte le macchine dotate di F-gas, idea folle quanto controproducente, perché avrebbe ottenuto un risultato opposto alle pur nobili intenzioni: le emissioni di CO₂ sarebbero aumentate anziché diminuite, per tutti i motivi già evidenziati dalla nostra associazione nel numero 18 di AiCARR Journal.

Qualcosa si sta muovendo e di sicuro è un bel segnale. Per noi addetti ai lavori i tempi di reazione della politica, intesa in senso lato, sembrano sempre eterni. Non dobbiamo dimenticare, però, che molti aspetti per noi scontati e banali, non lo sono per altri meno esperti. Essere ascoltati e alla fine far valere le proprie

posizioni è sempre positivo, anche quando le energie spese sembrano spropositate rispetto alla semplicità della decisione da prendere. Si guadagna in ottimismo nell'affrontare il tanto lavoro ancora da compiere.

D'altra parte siamo di fronte ad un cambiamento epocale: negli ultimi 10 anni la sensibilità per il risparmio energetico è aumentata in modo esponenziale. In momenti come questo è naturale vengano commessi errori da chi dovrebbe indicare la via, non per incapacità, quanto per eccesso di zelo a fronte di tematiche il cui reale livello di complessità si svela solamente quando si passa alle realizzazioni pratiche.

Compito di un'associazione culturale come AiCARR è quello di proporre sempre e comunque la propria visione, per aiutare tutti gli attori a trovare la giusta rotta per raggiungere obiettivo primario condiviso da tutti: il miglioramento dell'efficienza energetica per uno sviluppo sostenibile.

Uno dei temi più importanti, in questo momento, è l'armonizzazione delle norme e delle leggi vigenti in materia di risparmio energetico, anche alla luce delle direttive europee da recepire nei prossimi mesi, prima fra tutte quella sugli nNZEB, ovvero gli edifici a consumo quasi zero, asse portante dell'obiettivo ormai prossimo del 20-20-20. A tal fine, AiCARR organizzerà a Milano, durante Mostra Convegno Expocomfort, a metà marzo, una mezza giornata di studio con una proposta su come dovrebbe essere pensata una Legge Quadro in grado di regolare e ottimizzare l'intero comparto del risparmio energetico. Il tema è importante e ad oggi hanno garantito la presenza alcune personalità di spicco delle Istituzioni.

In chiusura, una piccola nota personale: questo è il mio ultimo editoriale da presidente, il 31 marzo passerò ufficialmente le consegne al prof. Livio de Santoli che firmerà con me l'editoriale del prossimo numero di AiCARR Journal.

Un ringraziamento di cuore a chi ha avuto la pazienza e la costanza di leggermi in questi tre anni.

PROVATE A BATTERLO CON UN «SEMPLICE» SISTEMA VRF

SCOPRI A  IL NUOVO
VRV IV A RECUPERO DI CALORE



- **Riscaldamento continuo**

durante le fasi di sbrinamento nei sistemi a pompa di calore

- **VRT (Variable Refrigerant Temperature)**

controllo dinamico della temperatura del refrigerante

- **VRV configurator software**

il modo più semplice per personalizzare il tuo VRV



VRV IV

DAIKIN rivoluziona gli standard di comfort ed efficienza dei sistemi ad espansione diretta. Il riscaldamento continuo e il controllo VRT (Variable Refrigerant Temperature) sono pura espressione dell'innovazione DAIKIN. Personalizzare i sistemi VRV in fase di avviamento è facile e veloce con il nuovo software di configurazione, direttamente dal tuo PC. Grazie al nuovo controllo Intelligent Touch Manager carica, verifica del contenuto di refrigerante e gestione dei sistemi, anche da remoto, tutto in un «click».



Scarica il nuovo
iBook VRV





DIAGNOSI ENERGETICA

Efficienza energetica degli edifici. Le Linee Guida AiCARR

Privilegiando un linguaggio accessibile e tool utilizzabili dagli operatori, le Linee Guida AiCARR si pongono l'obiettivo di colmare le attuali carenze normative. Ce ne parlano i curatori a cura della Redazione



LINEE GUIDA AICARR: EDIFICI STORICI

Migliorare si può. Adeguare? Non sempre

Da AiCARR una Guida con le "linee di indirizzo per l'efficienza energetica del patrimonio di interesse storico-culturale". Ne parla Livio de Santoli, coordinatore del documento a cura della Redazione



VENTILAZIONE

La progettazione della diffusione dell'aria negli edifici storici

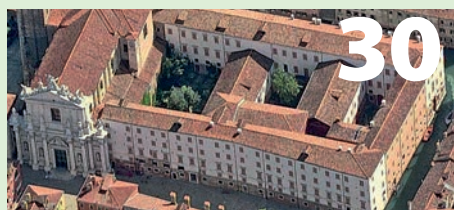
La trasformazione d'uso degli edifici storici in spazi museali, espositivi o centri congressi richiede un'attenta progettazione volta a garantire non solo le migliori condizioni ambientali per le persone e per le opere d'arte, ma anche l'integrazione con il design d'interni. Analizziamo qualche caso di studio di Luca Stefanutti e Benedetta Bedendo



RADIANTE NELLE CHIESE

Considerazioni sui sistemi di riscaldamento radiante a combustione diretta in chiese storiche

Controllo ambientale, qualità dell'aria e sicurezza antincendio all'interno di edifici di interesse storico-artistico di Antonio Polito, Fabio Peron e Piercarlo Romagnoni



PDC A VENEZIA

Pompe di calore per la riqualificazione di edifici monumentali

L'impiego della pompa di calore nella riqualificazione energetica di edifici soggetti a tutela può permettere il ricorso ad energie rinnovabili e il conseguimento di elevate efficienze impiantistiche anche in realtà particolarmente difficili come il centro storico di Venezia di Luigi Schibuola e Chiara Tambani



HVAC IN MUSEO

Centrale termofrigorifera con pompe di calore idrotermiche nel Museo

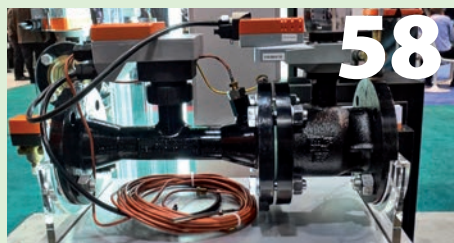
Il Museo Egizio di Torino è stato sottoposto ad un progetto di riqualificazione che ha previsto l'installazione di una nuova centrale per la produzione combinata di energia termica e frigorifera con gruppi frigoriferi funzionanti in pompa di calore ad acqua di falda integrati da caldaie a condensazione di tipo tradizionale di Massimo Rapetti, Giorgio Bo ed Elena Favero



VRV IN LAGUNA

Riqualificare un immobile storico con pompa di calore VRV

Nell'edificio "Ex Generatori" di Venezia si è adottata una tecnologia ad anello al servizio dei sistemi in pompa di calore VRV nella versione geotermica con bilanciamento energetico tramite acqua di laguna di Tommaso Marella, Giovanni Zarotti, Diego Bosco



CASE STUDY

Valvole intelligenti per migliorare l'efficienza dei sistemi di raffreddamento idronici

L'utilizzo di valvole che oltre a regolare la portata dell'acqua refrigerante sono anche pressurizzate indipendenti, ovvero in grado di auto bilanciarsi, consente di ottenere un notevole risparmio dei costi operativi di Dario Fusco



Periodico
Organo ufficiale AiCARR

Direttore responsabile ed editoriale Marco Zani

Direttore scientifico Michele Vio

Consulente scientifico Renato Lazzarin

Comitato scientifico

Paolo Cervio, Sergio Croce, Francesca Romana d'Ambrosio Alfano, Livio de Santoli, Renato Lazzarin, Luca Alberto Piterà, Mara Portoso, Michele Vio, Marco Zani

Redazione Alessandro Giraudi, Silvia Martellosio, Marzia Nicolini, Erika Seghetti
redazione@aicarrjournal.org

Art Director Marco Nigris

Grafica e Impaginazione Fuori Orario - MN

Hanno collaborato a questo numero

Benedetta Bedendo, Giorgio Bo, Diego Bosco, Livio de Santoli, Elena Favero, Dario Fusco, Tommaso Marella, Fabio Peron, Antonio Polito, Massimo Rapetti, Piercarlo Romagnoni, Luigi Schibuola, Luca Stefanutti, Chiara Tambani, Giovanni Zarotti

Pubblicità Quine Srl

20122 Milano - Via Santa Tecla, 4 - Italy
Tel. +39 02 864105 - Fax +39 02 72016740

Traffico, Abbonamenti, Diffusione
Rosaria Maiocchi

Editore: Quine srl www.quine.it



Presidente Andrea Notarbartolo

Amministratore Delegato Marco Zani

Direzione, Redazione e Amministrazione

20122 Milano - Via Santa Tecla, 4 - Italy
Tel. +39 02 864105 - Fax +39 02 72016740
e-mail: redazione@aicarrjournal.org

Servizio abbonamenti

Quine srl, 20122 Milano - Via Santa Tecla, 4 - Italy
Tel. +39 02 864105 - Fax +39 02 70057190
e-mail: abbonamenti@quine.it

Gli abbonamenti decorrono dal primo fascicolo raggiungibile.

Stampa CPZ spa - Costa di Mezzate - BG

AiCARR journal è una testata di proprietà di AICARR - Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione
Via Melchiorre Gioia 168 - 20125 Milano
Tel. +39 02 67479270 - Fax. +39 02 67479262
www.aicarr.org

Posta target magazine - LO/CONV/020/2010.

Iscrizione al Registro degli Operatori di Comunicazione n. 12191

Responsabilità

Tutto il materiale pubblicato dalla rivista (articoli e loro traduzioni, nonché immagini e illustrazioni) non può essere riprodotto da terzi senza espressa autorizzazione dell'Editore. Manoscritti, testi, foto e altri materiali inviati alla redazione, anche se non pubblicati, non verranno restituiti. Tutti i marchi sono registrati.

INFORMATIVA AI SENSI DEL D.LEGS.196/2003

Si rende noto che i dati in nostro possesso liberamente ottenuti per poter effettuare i servizi relativi a spedizioni, abbonamenti e similari, sono utilizzati secondo quanto previsto dal D.Legs.196/2003. Titolare del trattamento è Quine srl, via Santa Tecla 4, 20122 Milano (info@quine.it). Si comunica inoltre che i dati personali sono contenuti presso la nostra sede in apposita banca dati di cui è responsabile Quine srl e cui è possibile rivolgersi per l'eventuale esercizio dei diritti previsti dal D.Legs. 196/2003.

© Quine srl - Milano



Testata volontariamente sottoposta a certificazione di tiratura e diffusione in conformità al Regolamento C.S.S.T. Certificazione Editoria Specializzata e Tecnica Per il periodo 01/01/2012 - 31/12/2012
Periodicità bimestrale
Tiratura media n. 10.000 copie
Diffusione media 9.774 copie
Certificato CSST n. 2012-2338 del 27/02/2013 - Società di Revisione Metodo s.r.l.

Tiratura del presente numero: 10.000 copie

**50 +
30 =**

80 voglia d'incontrarti



**Vieni a scoprire perché...
Sagicofim ti aspetta in MCE
padiglione 13, stand K11-L12**



SagiCofim



VRV IV CON TEMPERATURA VARIABILE DEL REFRIGERANTE

Daikin presenta la nuova gamma VRV IV a recupero di calore, caratterizzato da estrema flessibilità nelle applicazioni e rapidità di installazione, adatto per l'impiego in uffici, hotel, ristoranti, strutture per il tempo libero, ambienti sanitari, negozi ed edifici pubblici. Nella gamma VRV IV, oltre alla tradizione, troviamo l'innovazione rappresentata da: VRT (temperatura del refrigerante variabile), riscaldamento continuo durante lo sbrinamento, e il sw di configurazione.

Il sistema VRT regola continuamente la temperatura del refrigerante, in funzione di parametri quali la richiesta di riscaldamento o raffrescamento e la temperatura esterna. In questo modo si consuma meno energia, con livelli di comfort ambiente elevati, grazie a temperature del refrigerante più alte che evitano la formazione di fastidiose correnti d'aria fredda.

Funzione di riscaldamento continuo

Durante il funzionamento in riscaldamento, si attiva la funzione di riscaldamento continuo, estremamente utile durante le fasi di sbrinamento. Grazie a questa soluzione si evita la caduta della temperatura ambiente, rendendo il sistema VRV IV la soluzione adatta per le applicazioni di riscaldamento monovalenti. Infine, il software di configurazione dedicato alla gamma VRV IV riduce i tempi di installazione e di avviamento, sia del singolo sistema che di sistemi complessi o dislocati in luoghi diversi.

www.daikin.it



SISTEMA ENTRY LEVEL PER LA COGENERAZIONE NELLE PMI

2G Italia, consociata italiana del Gruppo 2G, ha lanciato G-Box 20, il nuovo sistema entry level per la cogenerazione nelle PMI, nel residenziale e nelle piccole aziende agricole produttrici di biometano.

G-Box 20, che con la più potente G-Box 50 forma la linea 2G di unità di cogenerazione di piccole dimensioni, è inserita in un package integrato compatto (appena m 1 x 1,5, h 1,25) e insonorizzato, con un livello massimo di emissione sonora pari a 52 dB(A). Il sistema è adatto per applicazioni rivolte a PMI, terziario (case di riposo, cliniche, impianti sportivi e piscine, uffici, scuole...), residenziale e, con l'avvento anche in Italia del biometano, alle piccole aziende agricole. G-Box 20 ha un rendimento regolabile che può privilegiare, secondo le applicazioni, la produzione di energia elettrica (sino a 20 kWe) oppure l'energia termica (sino a 43 kWt), utilizzando indifferentemente gas naturale o biometano. Il prodotto utilizza il calore latente di condensazione nei fumi di scarico,

per cui riesce a raggiungere rendimenti superiori a quelli possibili utilizzando la sola energia della combustione (sino al 103%).

www.gruppo2g.com

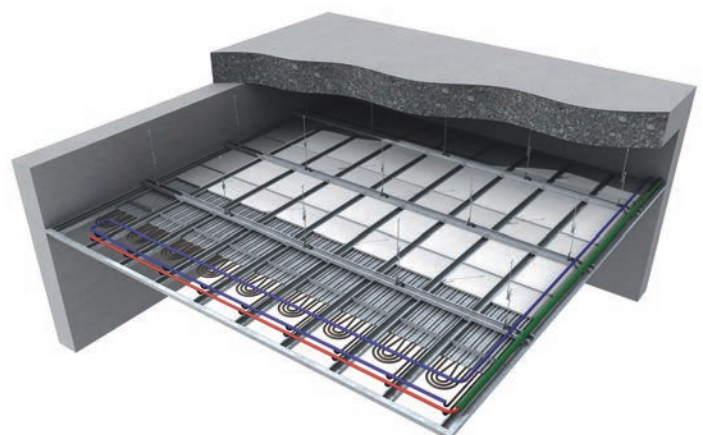


SISTEMA A SOFFITTO VERSATILE

Il gruppo Wavin Italia presenta la nuova versione del sistema a soffitto Chemidro CD 4. Particolarmente adatto al settore terziario, ma utilizzato anche negli edifici ad uso residenziale, il sistema mantiene le sue peculiarità in termini di resa elevata rispetto ai comuni impianti a soffitto, rendendo così interessante l'impiego di pompe di calore a bassa temperatura di mandata. La novità del modello CD 4 è, oggi, una versatilità superiore grazie alle rinnovate dimensioni dei pannelli.

Rispetto alla precedente release, infatti, il sistema CD 4 offre pannelli caratterizzati da una larghezza di 350 mm, con un interasse di posa di 400 mm (+67 mm), e da lunghezze multiple di 200 mm (a partire da 1.000 mm e fino a 5.000 mm). L'aspetto "vincente" del prodotto resta comunque la progettazione basata su singolo impianto: lo schema di posizionamento dei pannelli viene infatti effettuato in modo tale da poter coprire fino al 90% della superficie disponibile, garantendo temperature ambiente ottimali all'interno del locale con conseguente risparmio energetico. Inoltre, promette di integrarsi facilmente anche con i punti luce ed eventuali altri impianti presenti a soffitto. Il particolare sistema di aggancio dei moduli permette inoltre un'installazione veloce da parte dei posatori. La stessa installazione delle superfici radianti, la loro connessione ed il collaudo impianto, avvengono infatti prima della posa delle lastre di finitura. Questa caratteristica del sistema favorisce la netta separazione delle due fasi di lavorazione (contrariamente ai sistemi a soffitto presenti sul mercato), evitando dispendio di tempo e risorse.

www.wavin.com



VALVOLE AD ALTA PORTATA

FIV lancia sul mercato la nuova gamma di valvole manuali e detentori per radiatori. Alla base della nuova offerta, una serie di prodotti completamente realizzati in Italia, che associano un design di prodotto efficace con soluzioni in grado di assicurare la massima produttività.

Portata d'acqua elevata

Disponibile nella versione a squadra, Ghibli ha una portata d'acqua molto elevata, grazie al diametro della sezione di passaggio da 11 mm. Questa caratteristica rende le valvole prodotti ideali per radiatori di elevate dimensioni e ventilconvettori, pur mantenendo il solo attacco da 1/2".

Le valvole, inoltre, sono prodotte con attacco per tubo ferro o, in alternativa, con filetto 24x19 che permette di collegare i prodotti Ghibli alle tenute monoblocco – brevettate da FIV – per tubazioni in rame, multistrato e Pex nelle varie dimensioni. Massima attenzione, infine, è stata posta sull'intercettazione del flusso d'acqua: la tenuta all'interno della valvola, infatti, è in EPDM. La tenuta sul radiatore, invece, può essere con o senza OR in base alle esigenze dell'impianto.

www.fiv.it



Volker Stamer è il nuovo Direttore Stationary Products di BITZER



INFORMAZIONE DALLE AZIENDE

Volker Stamer (46) è il nuovo Direttore Stationary Products della BITZER Kühlmaschinenbau GmbH di Sindelfingen; assume pertanto i compiti di Axel Scherrieble, che ha lasciato l'azienda alla fine dello scorso anno. Per il momento Stamer continuerà a svolgere anche il suo attuale incarico di Division Manager Customer Support Stationary Products.

L'ing. Volker Stamer ha studiato tecnica della produzione presso il politecnico di Ulm specializzandosi in termodinamica, tecnologie dell'automazione e gestione aziendale. Successivamente ha ricoperto incarichi di responsabilità presso diverse aziende, fra le quali spiccano la Trane Deutschland GmbH a Duisburg, la Hafner-Muschler Kälte- und Klimatechnik GmbH a Filderstadt e la Güntner AG a

Fürstenfeldbruck e negli USA. Stamer lavora in BITZER dal 2012.

Nello svolgimento della propria funzione, Stamer ritiene fondamentale fornire consulenza, formazione e supporto in modo personale e competente ai clienti e alle altre affiliate BITZER in tutto il mondo. Gli elevati standard qualitativi di prodotti e consulenza e le soluzioni su misura delle esigenze individuali costituiscono a suo parere la base per una soddisfazione a lungo termine della clientela.

Il gruppo BITZER è il maggiore produttore mondiale indipendente di compressori per fluidi refrigeranti. BITZER è rappresentato da una rete globale di società di distribuzione e stabilimenti per la produzione di compressori a pistoncini, a vite e scroll. Nel 2012, grazie ai 3.046 dipendenti è stato raggiunto un fatturato pari a 639 milioni di euro.



BITZER Kühlmaschinenbau GmbH

Eschenbrunnlestraße 15 71065 Sindelfingen // Germany Tel. +49 (0)70 31 932-0 Fax +49 (0)70 31 932-147 bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de

Ristrutturazione



Uponor Ecoflex



Uponor Teporis



Uponor Renovis



Uponor Minitec



Uponor Uni pipe PLUS



Uponor Modulari



Uponor Siccus



Uponor Plaster

Una gamma di soluzioni unica per ottenere la massima efficienza e igienicità in ristrutturazione

ROOF TOP AD ALTA EFFICIENZA E CONFIGURABILITÀ

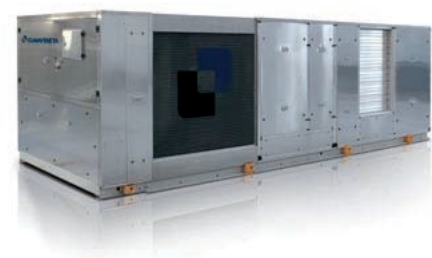
Flessibilità, configurabilità ed efficienza energetica. La gamma WSM è stata lanciata da Climaveneta con l'obiettivo di rendere più competitiva, ricca ed estesa l'offerta di Rooftop e si affianca alle serie Whisper ad altissima efficienza e Wet a condensazione ad acqua. La serie conta oggi 4 nuove taglie extralarge e una versione per il solo freddo, da 23 a 459 kW e da 4.000 a 56.000 m³/h.

Tutte le unità WSM rispondono agli standard di efficienza energetica del protocollo di sostenibilità ambientale Leed. La gamma si divide in unità Mini WSM più compatte, dedicate al condizionamento di piccole superfici, e unità WSM per applicazioni medio grandi. Ogni unità può essere ulteriormente personalizzata grazie ad una vasta scelta di accessori che permettono di completare il trattamento dell'aria e di implementare il funzionamento dell'unità.

Tratto distintivo di WSM è l'elevata configurabilità che permette di soddisfare le specifiche richieste di ogni impianto. Sono infatti disponibili quattro diversi tipi di camere di trattamento aria, che spaziano dal trattamento di solo ricircolo alla miscela con aria di rinnovo ed estrazione, fino alla soluzione con recupero del calore dell'aria di espulsione. A questo si aggiunge la massima flessibilità nella scelta della direzione dei flussi d'aria sia in mandata che ripresa, che permette di semplificare notevolmente le operazioni di installazione e garantisce un facile posizionamento della macchina anche in presenza di un layout rigido delle canalizzazioni di mandata e ripresa.

Tra le novità in ambito tecnologico spicca l'innovativo recupero di calore Refrigerant Booster, disponibile per la versione HR.

www.climaveneta.com



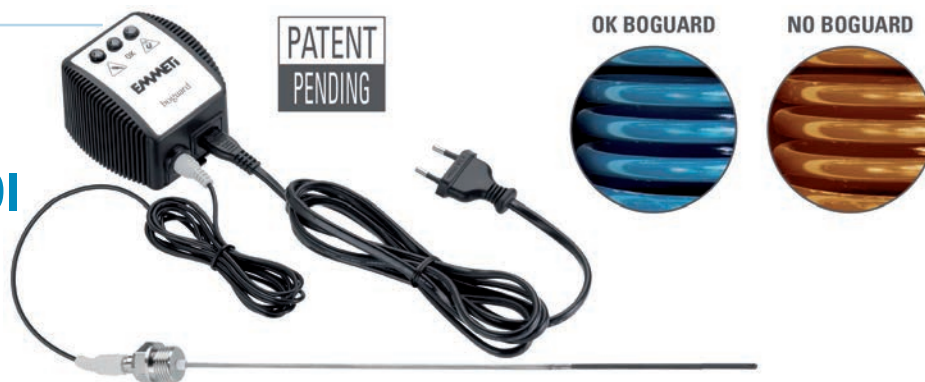
BREVETTO CONTRO LA CORROSIONE DI BOLLITORI E SERBATOI

Emmeti lancia sul mercato un'innovativa soluzione contro la corrosione delle pareti di bollitori e serbatoi. Basato sul sistema di protezione catodica a corrente impressa, Boguard contrasta i fenomeni corrosivi che interessano i contenitori in acciaio, smaltati con resine plastiche o vetrificati.

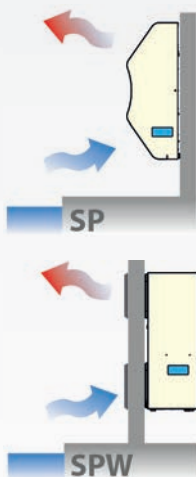
Tradizionalmente sono due le soluzioni messe in campo contro la corrosione: rivestire il serbatoio d'acqua con particolari prodotti o installare degli anodi di magnesio, che però sono soggetti a una periodica sostituzione e a una progressiva perdita di efficacia. Per far fronte a questi due inconvenienti, l'azienda ha brevettato Boguard che assicura il mantenimento del potenziale dell'elettrolita attraverso la costante misurazione della differenza di potenziale tra il serbatoio e l'elettrodo. Sulla base di queste misurazioni, il dispositivo determina l'intensità della corrente impressa nel serbatoio. La novità più importante riguarda, però, gli "effetti collaterali": l'anodo elettronico, infatti, contrasta la corrosione senza produrre idrogeno nel serbatoio e impedisce così il degrado di alcuni rivestimenti interni.

Il sistema di protezione catodica è stato equipaggiato con una serie di dispositivi di controllo e di monitoraggio che permettono di avere, in tempo reale, informazioni sul corretto funzionamento dell'anodo elettronico e di potenziare al massimo le prestazioni. La funzione "Booster" eroga il massimo potenziale all'accensione, così da proteggere il serbatoio in pochi istanti. Inoltre, l'utente può conoscere il tempo di funzionamento dell'anodo, espresso in anni e mesi. Un sistema di segnalazioni, infine, consente di avere sotto controllo ogni parametro: rivelazione di dispersioni elettriche o di correnti vaganti, anomalie di installazione, eccessivo assorbimento o assorbimento sotto soglia da parte del serbatoio, presenza di circuiti aperti o di cortocircuiti.

www.emmeti.com



Deumidificatori per piscine serie SP e SPW



I deumidificatori della serie SP e SPW sono stati studiati per deumidificare e riscaldare piccole piscine o grandi ambienti. Sono disponibili in tre potenze, da 50* a 120* L/giorno sia per l'installazione in ambiente (SP) che per l'installazione nel locale tecnico adiacente a quello da deumidificare (SPW).

Il nuovo controllo elettronico, di serie su tutti i modelli, utilizza una sofisticata sonda di umidità e temperatura e può essere facilmente montato fuori dalla macchina nella posizione più idonea e comoda per l'utilizzatore.

La resistenza elettrica** o la batteria per l'acqua calda** completano le funzionalità dell'apparecchio

Deumidificatori SP e SPW: silenziosi, robusti, efficienti.

Prodotto italiano



18-21 Marzo 2014 | Fiera Milano Quartiere Rho

CUOGHI s.r.l.
via Garibaldi, 15 - 35020 Albignasego (PD) - Italia - tel. +39 049 8629099 - fax +39 049 8629135
www.cuoghi-luigi.it - info@cuoghi-luigi.it

Efficienza energetica degli edifici



Privilegiando un linguaggio accessibile e tool utilizzabili dagli operatori, le Linee Guida Aicarr si pongono l'obiettivo di colmare le attuali carenze normative. Ce ne parlano i curatori

Le Linee-Guida AICARR

a cura della Redazione

REALIZZATE DA AICARR DIETRO IL MANDATO di Agesi, Assisat, Assopetroli-Assoenergia e con il patrocinio della Regione Lombardia e del Comune di Milano, le "Linee Guida per l'Efficienza Energetica degli Edifici" si pongono l'obiettivo di promuovere l'efficienza energetica nel settore residenziale. Privilegiando un approccio di sistema e non legato alle singole tecnologie, ma frutto di scelte progettuali integrate.

Il documento, che fonda le sue radici nel Progetto Efficienza Energetica presentato nel 2010 da Agesi nell'ambito del tavolo "Ambiente Energia", uno dei Tavoli Tematici Camera Commercio ed Expo

2015, è stato presentato lo scorso 29 ottobre 2013 presso la Camera di Commercio di Milano. Ed è in questa occasione che ci siamo rivolti ai due curatori del volume, gli ingegneri Livio Mazzarella e Luca Alberto Piterà, per comprenderne meglio struttura e utilità.

«Le linee-guida — spiega il professor Mazzarella — si strutturano in due livelli. Da un lato si pongono come strumento operativo per le Esco e tutti gli operatori che vogliono occuparsi di efficienza energetica, dall'altro sono anche uno strumento formativo e informativo per chi vuole avvicinarsi al settore e comprenderlo. Per questo



Livio Mazzarella, coordinatore del Comitato Tecnico Efficienza e Certificazione AiCARR

motivo è stato privilegiato l'uso di un linguaggio accessibile ed è stata prevista una mini-guida alle Linee che si rivolge all'utenza finale: otto pagine in cui sono stati sintetizzati i principi fondamentali, corredati da diverse immagini e figure».

Perché solo ora delle Linee Guida?

La necessità di redigere delle Linee Guida ci fa ipotizzare che finora gli operatori dei servizi energia abbiano operato senza avere delle norme precise di riferimento. Ma Mazzarella ci tiene a chiarire. «La procedura di diagnosi energetica esiste da molto tempo, basti pensare a tutti quei progetti finalizzati al risparmio energetico sviluppati negli anni '80 facenti parte di esempi di applicazioni di metodiche di risparmio energetico, così come alle Linee guida dell'agenzia Internazionale dell'Energia datate intorno al 1982 e strutturate anch'esse in tre livelli. Da un punto di vista tecnico quindi esisteva, ed esiste, una letteratura di riferimento. E negli ultimi anni sono stati compiuti molti passi in avanti: recentemente sono state pubblicate delle norme, anche in ambito ISO, inerenti le procedure di diagnosi. Quello che, però, è emerso dal panorama che abbiamo indagato è, da un lato, la mancanza di una presa di coscienza, da parte degli utenti finali, dell'obbligatorietà, in diversi casi specifici, della diagnosi energetica, se si esclude il livello industriale in cui si ha una maggiore consapevolezza dei risparmi e dei vantaggi in termini di competitività raggiungibili attraverso una riduzione dei consumi energetici. E dall'altro la mancanza, all'interno dei pacchetti normativi, di dettagli



Luca Alberto Piterà,
segretario tecnico AiCARR



operativi. E l'obiettivo che ci siamo posti è proprio quello di supplire a queste carenze. Oltre a una prima parte del documento dedicata alla formazione generale, ne segue infatti una seconda più "strutturale", in cui vengono messi a disposizione dei tool utilizzabili dagli operatori, come le schede in cui possono essere riportati i dati rilevati e da cui è possibile estrapolare le reali opportunità di risparmio».

Una metodologia comune per le diagnosi

«Alla base del nostro lavoro — aggiunge Piterà — c'è un solo concetto, quello della qualità, che è sinonimo di chiarezza. Quello che tuttora accade è che, su uno stesso input normativo, gli operatori adottano approcci diversi e questo non dovrebbe avvenire. Anche il fare chiarezza fra audit e diagnosi è un aspetto molto importante

perché molte volte vengono usati questi termini come fossero pratiche differenti, ma non lo sono. Il nostro manuale si pone quindi l'obiettivo di uniformare le metodologie operative, dando all'utente uno strumento semplice da usare».

Come qualsiasi lavoro "commissionato" è intuibile che dietro la redazione delle Linee Guida ci sia stato un confronto serrato. Più a livello formale che concettuale, precisa Mazzarella, «perché l'obiettivo finale era quello di fornire uno strumento accessibile ai più, quindi gli sforzi si sono concentrati soprattutto nella ricerca di un linguaggio e di un metodo che fossero il più comprensibile possibile. E naturalmente raggiungere il duplice obiettivo di essere esaustivi senza cadere in un eccessivo specialismo. Ciò che ha comportato diverse discussioni e "aggiustamenti di rotta", ma poi si è arrivati a un risultato condiviso e che speriamo venga apprezzato».

Migliorare si può Adeguare? Non sempre



Livio de Santoli,
presidente
Eletto AiCARR,
Coordinatore
della Guida
Aicarr "Efficienza
energetica negli
edifici storici"

Da Aicarr una Guida con le "linee di indirizzo per l'efficienza energetica del patrimonio di interesse storico-culturale". Ne parla il Coordinatore del documento

LA RIQUALIFICAZIONE DI EDIFICI STORICI è un'operazione tanto importante quanto delicata, perché deve tener conto delle esigenze di conservazione del bene. Risulta, quindi, di fondamentale importanza dotare gli operatori di strumenti e indicazioni precise per la valutazione e il miglioramento della prestazione energetica degli edifici considerati "storici". Un contributo in questo senso arriva da Aicarr, che ha recentemente pubblicato una Guida contenente le "linee di indirizzo per l'efficienza energetica del patrimonio di interesse storico-culturale". Ne parliamo con il Coordinatore della Guida, nonché presidente Eletto dell'Associazione, il professore ingegnere Livio de Santoli.

La Guida è destinata sia ai progettisti che alle soprintendenze. Come avete conciliato le diverse esigenze dei destinatari?

Il documento è stato sviluppato in modo tale da fornire ai progettisti uno strumento per la diagnosi energetica dell'edificio storico e al contempo proporre uno schema per il progetto degli eventuali interventi di riqualificazione energetica, concettualmente analogo a quello previsto per le costruzioni non tutelate, ma opportunamente calibrato sulle esigenze e sulle peculiarità del patrimonio culturale. Mentre alle istituzioni preposte alla tutela viene fornita la possibilità di formulare, nel modo più oggettivo possibile, il giudizio

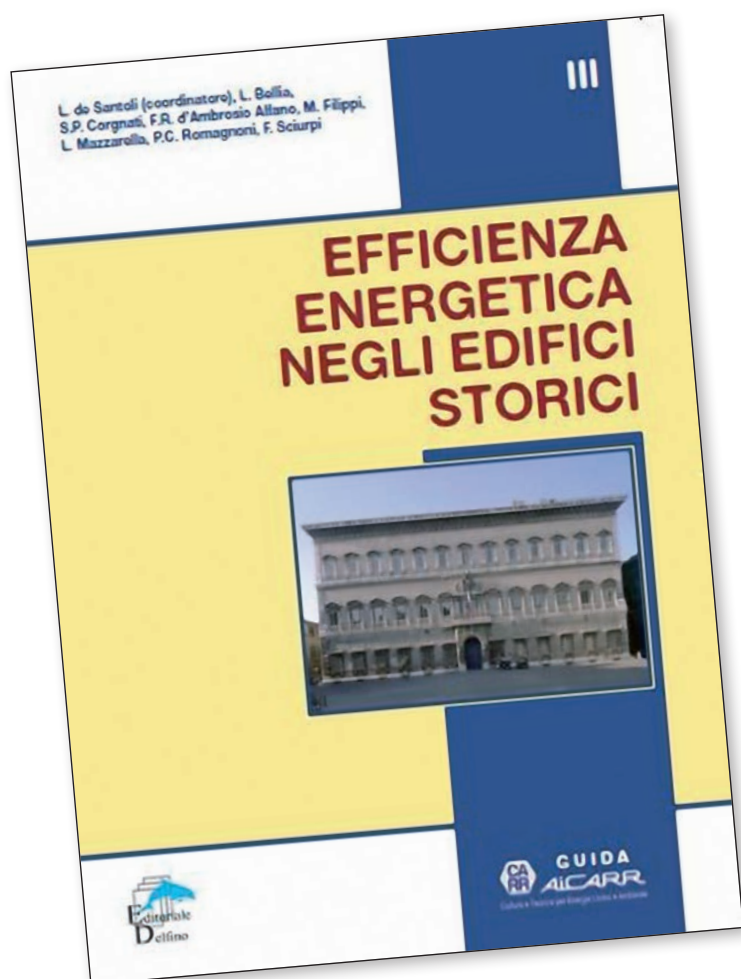
finale sul livello di efficienza energetica conseguito a seguito dell'intervento di recupero nel rispetto dei criteri di conservazione.

Come possono combinarsi le esigenze di conservazione del bene con l'efficientamento energetico?

Ogni qualvolta si interviene in un contesto di beni tutelati o, comunque, di valore culturale, le operazioni da svolgersi rientrano nell'ambito del restauro e le finalità prioritarie sono quelle della conservazione e della trasmissione al futuro di tali beni nelle migliori condizioni possibili. Anche gli interventi di efficienza energetica devono perseguire tale finalità, il che significa considerare l'efficienza energetica uno strumento di tutela, piuttosto che un processo di riqualificazione in contrapposizione con le esigenze di conservazione. Ne deriva che le scelte progettuali devono essere effettuate all'interno di un effettivo confronto con gli esperti di conservazione. In questo senso sono di prezioso aiuto i criteri contenuti all'interno della Carta del Restauro di Venezia: compatibilità, minimo intervento, reversibilità, distinguibilità, autenticità espressiva, durabilità e rispetto della materia originale.

Perché proprio una Guida specifica per gli edifici storici?

Il documento vuole fornire un approfondimento sul tema del rapporto fra restauro e impianti che ancora oggi risulta poco esplorato dal punto di vista teorico, sicuramente meno, ad esempio, del corrispondente rapporto fra restauro ed esigenze di piena accessibilità, o anche fra restauro e opere di consolidamento strutturale.



Anche in questo caso, come per il consolidamento strutturale, occorre però accettare di effettuare un radicale ripensamento concettuale, che si riflette in un nuovo approccio metodologico, di cui questa Guida vuole suggerire un esempio.

Partendo da quella stessa esperienza che anni addietro ha proposto un dibattito sui problemi interni al processo storico-critico ed al procedimento scientifico-tecnico per le opere di consolidamento connesse negli interventi di restauro, e che ha condotto all'introduzione di una riconosciuta e rigorosa unità di metodo, si vuole proporre questa stessa unità di metodo al tema dell'efficienza energetica di un bene culturale.

Quindi manca ancora una "codifica" degli interventi sugli impianti consentiti nel caso di restauro?

Nell'ambito del rapporto restauro-impianti si continua a rilevare un ritardo disciplinare, compreso quello normativo, nonostante sia ormai consolidata la necessità di ricomprendere il tema degli impianti nell'alveo del restauro e dei suoi ben noti criteri fondamentali: minimo intervento, reversibilità, compatibilità.

A questo proposito nella Guida viene proposto il concetto di "miglioramento" contrapposto a quello di "adeguamento" (alle norme e alle richieste, anche di sicurezza e di comfort, attuali), elaborato sulla linea di una "conservazione integrata".

Si può proporre di migliorare la rispondenza energetica di un edificio storico (o, addirittura, di un paesaggio culturale) con accorgimenti appropriati e ben calibrati in funzione di una appropriata integrazione architettonica o paesaggistica. Ciò significa che spesso ci si dovrà accontentare di una integrazione architettonica parziale, invece che totale, come sarebbe auspicabile per gli edifici di nuova costruzione. Il livello di integrazione richiesto deve essere quello in cui gli interventi proposti sono tali da non stravolgere il bene stesso, cosa che invece accade quando ci si ponga l'obiettivo di "adeguarlo" alle norme ed alle esigenze odierne, come se si trattasse di un edificio nuovo.

L'approccio da seguire è, quindi, improntato alla multidisciplinarietà?

Assolutamente sì. Alla base della metodologia proposta deve essere presente un approccio interdisciplinare, di cui la Guida articola ordinatamente i passi salienti, dai principi generali alla conoscenza dei contesti, dall'analisi dei sistemi impiantistici alla valutazione della qualità ambientale e dei rischi degli edifici storici, alla individuazione delle proposte di intervento relative sia all'edificio che all'impianto.

Per l'applicazione di tali principi, questo documento fa riferimento alla normativa esistente con metodologie a carattere non vincolante che, vista la natura di evoluzione nel tempo, potranno e dovranno essere soggette a revisioni e aggiornamenti.

La Guida rappresenta quindi sia un punto di arrivo (se si raggiungesse l'univocità di linguaggi tra discipline diverse) ma soprattutto uno di partenza, stimolo per ulteriori avanzamenti e progressi in un settore che avrà fondamentale rilevanza per gli sviluppi della società futura. ■

2004 › 2014 DIECI ANNI DI ESPERIENZA



- Refrigeratori aria/acqua
- Pompe di calore aria/acqua
- Refrigeratori acqua/acqua
- Pompe di calore acqua/acqua
- Free cooling
- Unità polivalenti aria/acqua
- Unità motocondensanti
- Unità motoevaporanti
- Condensatori remoti
- Climatizzatori di precisione
- Roof-top

ESPONIAMO A MILANO MCE 2014 - HALL 13 / STAND A29

ACM Kälte Klima Srl

via dell'Industria, 17 - 35020 ARZERGRANDE (PD) - ITALY
Tel. +39 049 58 00 981 r.a. - Fax +39 049 58 00 997

www.acmonline.it - info@acmonline.it

Panasonic presenta le innovative unità esterne VRF alimentate a gas

Sempre all'avanguardia nel fornire soluzioni efficienti e altamente prestanti, l'offerta di Panasonic propone una vasta gamma di unità esterne VRF alimentate a gas per garantire un'azione di raffrescamento e riscaldamento rapida e potente



Le due gamme Panasonic di sistemi commerciali VRF con alimentazione a gas, Eco G e Eco G Multi serie S, sono leader del settore per lo sviluppo di sistemi efficienti e versatili, e costituiscono la scelta ideale per impianti semindustriali, soprattutto quelli in cui sono presenti limitazioni relative all'alimentazione elettrica. Disponibili in versioni due e tre tubi.

VANTAGGI DELLA SERIE ECO G ED ECO G Multi

Elevata efficienza operativa

Tutte le unità esterne sono dotate di scambiatore ad aria ad alte prestazioni e di scambiatore di calore del refrigerante di nuova concezione ad alta efficienza, che le rendono tra le più efficienti attualmente disponibili sul mercato.

Ridotte emissioni di ossidi di azoto

I sistemi VRF GHP sono caratterizzati dalle più ridotte emissioni di ossidi di azoto: circa il 66% inferiori rispetto agli standard. Grazie ad una fase di sviluppo all'avanguardia, i sistemi GHP Panasonic fanno ricorso a un sistema di combustione lean-burn completamente nuovo, che impiega un controllo retroattivo del rapporto carburante/aria in grado di ridurre le

emissioni di ossidi di azoto a livelli record.

Alte prestazioni

Lo scambiatore di calore di nuovo progetto ha permesso di migliorare l'efficienza e di ridurre i costi di esercizio; in questo modo si è potuto, in abbinamento agli avanzati sistemi di gestione del motore, ottenere un sostanziale miglioramento del coefficiente di rendimento COP.

Economia di esercizio

Grazie al recupero del calore del motore che raffredda l'acqua, e che viene introdotta nel circuito refrigerante attraverso uno scambiatore di calore a piastra ad alta efficienza, i sistemi Panasonic GHP assicurano un'ottima azione di raffrescamento/riscaldamento. Inoltre, lo sfruttamento del calore prodotto dal motore permette ai nostri climatizzatori a

pompa di calore con alimentazione a gas di evitare il ciclo di sbrinamento, offrendo pertanto le massime prestazioni in riscaldamento nelle condizioni più critiche (anche con temperatura esterna sino a -20°C). In modalità di raffrescamento, il calore prodotto dal motore può essere messo a disposizione di un sistema per l'erogazione di acqua calda sanitaria fino a 30 kW a 75°C. Questa possibilità è disponibile anche in modalità di riscaldamento quando la temperatura esterna è sopra i 7°C.

Possibilità di raffrescamento/riscaldamento ad acqua

Ad un sistema GHP Panasonic è possibile collegare lo scambiatore idronico opzionale che può essere abbinato individualmente all'unità esterna (Chiller) oppure integrato in un impianto misto "idronico+espansione diretta" opzionale che può essere abbinata ad unità esterne individuali o integrata con unità interne ad espansione diretta. Il sistema può essere gestito tramite un sistema BMS o un pannello di controllo fornito da Panasonic, e le temperature dell'acqua possono essere preimpostate da -15 a 15°C per quella fredda e da 25 a 55°C per quella calda (solo unità esterne a due tubi).

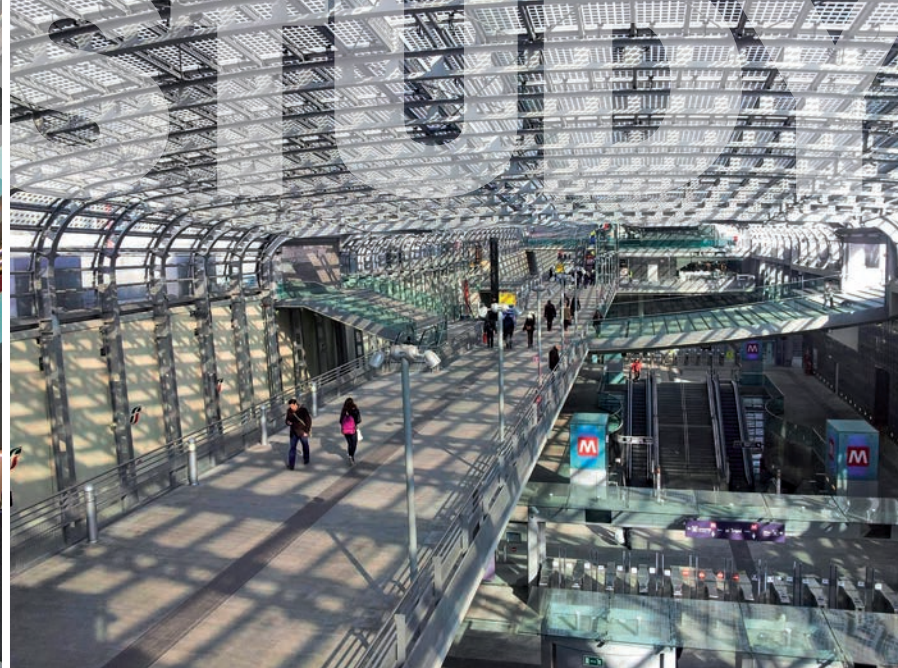
Nessuna necessità di sbrinamento

Quando la temperatura esterna scende sotto i 7°C e il sistema funziona in modalità di riscaldamento, le ventole dell'unità esterna si arrestano, in modo da ridurre ancora di più sia i costi di esercizio che le emissioni di CO₂.

Per ulteriori informazioni, visitare www.aircon.panasonic.eu

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Capacità di raffrescamento sino a 85 kW con un consumo di corrente di 11 A
- Alimentazione monofase per tutti i modelli della gamma
- Possibilità di alimentazione a gas naturale o GPL
- Scambiatore di calore a piastre integrato nelle unità da 16 a 30 HP per la produzione di acqua calda sanitaria in modo completamente gratuito (solo unità esterne a due tubi)
- Possibilità di collegamento ad uno scambiatore di calore ad acqua per l'erogazione di acqua fredda e calda (solo unità esterne a due tubi)
- Riduzione delle emissioni di CO₂
- Possibilità di collegare sino ad un massimo di 48 unità interne.



La progettazione della **diffusione** dell'aria negli **edifici storici**

La trasformazione d'uso degli edifici storici in spazi museali, espositivi o centri congressi richiede un'attenta progettazione volta a garantire non solo le migliori condizioni ambientali per le persone e per le opere d'arte, ma anche l'integrazione con il design d'interni. Analizziamo qualche caso di studio

*di Luca Stefanutti e Benedetta Bedendo**

LA PROGETTAZIONE DELLA DIFFUSIONE dell'aria negli interventi di riqualificazione di edifici storici richiede uno specifico know-how, in quanto si tratta di interagire con vincoli di ogni tipo. Oltre agli aspetti relativi al benessere e all'efficienza energetica, fattori quali la IAQ, il rumore e l'impatto estetico costituiscono un "must".

La gamma di opzioni disponibili per la diffusione dell'aria è assai vasta, dalla miscelazione al dislocamento, dai diffusori ad induzione per installazione a soffitto e a parete fino ai sistemi a pavimento. Per ogni strategia di diffusione devono essere accuratamente analizzati aspetti progettuali quali efficienza di ventilazione, temperatura

di immissione, velocità residua, lunghezza del getto, nonché fenomeni fisici come stratificazione, induzione, convezione, effetto Coanda.

L'articolo presenta alcuni importanti casi di studio di progetti sviluppati negli ultimi 20 anni a servizio di

MUSEI IN EDIFICI STORICI

Palazzo Grassi, Venezia

Nella maggior parte degli spazi espositivi ospitati in edifici storici, l'integrazione di nuovi sistemi per il controllo del microclima risulta spesso problematica, poiché non è possibile prevedere controsoffitti o pavimenti sopraelevati per l'ubicazione delle apparecchiature o il passaggio di tubi o canali. In presenza di soffitti decorati o in legno, nonché di pavimenti di valore artistico, l'unica soluzione è quella di realizzare false pareti con pannelli posti ad una distanza di 250-300 mm dalle pareti originali, in modo da creare un'intercapedine che viene utilizzata per la installazione di condotti d'aria e diffusori, nonché, ove necessario, delle unità terminali di climatizzazione. Una soluzione di questo tipo è stata utilizzata per le sale espositive di Palazzo Grassi a Venezia (Figura 1), oggetto di un intervento di restauro da parte di Tadao Ando nel 2007 caratterizzato da uno stile sobrio e minimalista. Le contropareti bianche autoportanti in gesso rinforzato risultano leggermente discostate dalle pareti, in modo da poter alloggiare le unità terminali, progettate su misura con spessore molto contenuto e con accorgimenti tali da garantire l'accessibilità per la manutenzione dei filtri e delle batterie. L'immissione dell'aria avviene dalla parte superiore oppure dalle aperture laterali delle contropareti, mentre la ripresa dell'aria viene effettuata dal basso attraverso una fessura posta tra pavimento e pannelli.



Figura 1 – Sala espositiva di Palazzo Grassi, Venezia

Musei del Louvre e d'Orsay, Parigi

Per gli spazi museali aventi un'altezza rilevante e stretti vincoli architettonici il sistema di diffusione consiste nell'immissione dell'aria in prossimità della zona occupata. Questa è la soluzione utilizzata ad esempio per le corti coperte dell'ala Richelieu del Grand Louvre di Parigi (Figura 2) che si sviluppano su più livelli. La mandata dell'aria viene effettuata al livello superiore mediante griglie a pavimento, con profilo lievemente rialzato in modo da limitare l'ingresso della polvere, mentre la ripresa dell'aria avviene attraverso un taglio lineare realizzati sulla parete del livello intermedio.

Al museo d'Orsay di Parigi, ricavato dalla riconversione dell'omonima stazione ferroviaria (Figura 3), i diffusori sono integrati direttamente nella parte superiore

Figura 2 – Museo del Louvre, ala Richelieu, Parigi

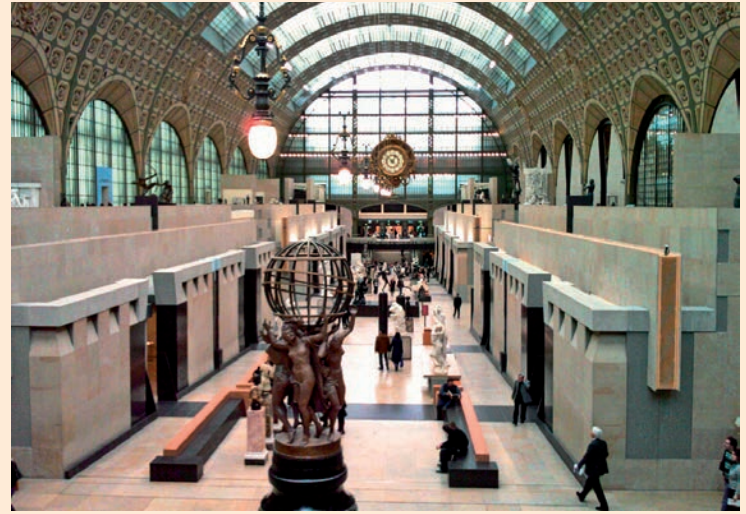


Figura 3 – Museo d'Orsay, Parigi

delle strutture verticali a mezza altezza che delimitano la grande navata centrale sui due lati.

Pinacoteca Ambrosiana, Milano

La Pinacoteca Ambrosiana fu istituita nell'aprile del 1618, quando il Cardinale Federico Borromeo donò la sua collezione di dipinti, statue e disegni alla Biblioteca Ambrosiana, che aveva fondato nel 1607.

All'interno del percorso espositivo, articolato in 24 sale, si possono ammirare alcuni straordinari capolavori di Leonardo, Caravaggio, Raffaello, Tiziano, Botticelli e Brueghel. Sede della Pinacoteca è un antico palazzo nel cuore di Milano che nel corso dei secoli è stato oggetto di progressivi ampliamenti. L'attuale assetto espositivo è frutto di un complesso e radicale intervento di restauro e di riordino delle collezioni avvenuto negli anni Novanta, in occasione del quale è stato realizzato l'adeguamento integrale degli impianti per il controllo delle condizioni microclimatiche. Uno degli aspetti più delicati da affrontare è stata la realizzazione del sistema di diffusione dell'aria. In base alle caratteristiche dei vari ambienti sono state adottate tipologie diverse, quali bocchette a parete per la sala conferenze ed elementi integrati nelle librerie per la sala di lettura. Per le sale della pinacoteca sono stati inseriti dei piccoli diffusori ad alta induzione all'interno delle cornici decorative in gesso, realizzate cave per far transitare l'aria, collegate ai canali mediante fori circolari con diametro 300 mm inclinati di 60° rispetto alla perpendicolare della parete verticale.

Nelle sale che presentano un soffitto a volta è stato scelto un sistema di diffusione a geometria variabile con pale ad inclinazione variabile motorizzata in funzione della differenza della temperatura dell'aria di mandata e di quella ambiente. Nelle sale dotate di grandi velari con telaio in alluminio sono stati invece adottati diffusori lineari integrati sul perimetro.



Figura 4 – Sala Federiciana, Pinacoteca Ambrosiana, Milano

Neues Museum, Berlino

Il Neues Museum di Berlino (Figura 8) fu realizzato a metà Ottocento e si trova nell'area della Spree Island, detta anche l'Isola dei Musei, inclusa nel patrimonio mondiale dell'UNESCO nel 1999. Gravemente danneggiato durante la seconda guerra mondiale il museo è rimasto in completo abbandono fino al 2003 quando è iniziata la ricostruzione completata nel 2009. Per questo progetto l'architetto americano



Figura 5 – Bocchetta di mandata per la sala di lettura, Pinacoteca Ambrosiana, Milano

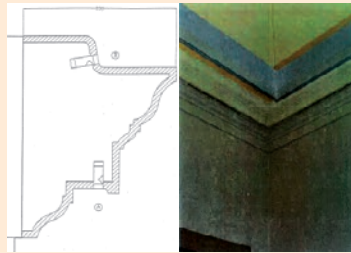


Figura 6 – Diffusori integrati nelle cornici decorative, Pinacoteca Ambrosiana, Milano

David Chipperfield si è aggiudicato nel 2011 il Premio Mies van-der-Rohe.

La distribuzione dell'aria nelle sale espositive viene effettuata mediante diffusori lineari e quadrati ad alta induzione con velocità dell'aria nella zona occupata non superiore a 0,2 m/s. I diffusori sono montati a soffitto a un'altezza compresa tra 2,85 e 7,2 metri (Figura 9). La portata d'aria è di circa 100 m³/h per metro di superficie.

I diffusori lineari ad alta induzione a soffitto sono caratterizzati da un profilo di mandata dell'aria in estruso di alluminio perforato in modo che l'immissione dell'aria avvenga con una molteplicità di microgetti, con spessore

Figura 7 – Diffusori lineari, Pinacoteca Ambrosiana, Milano



Figura 8 – Neues Museum, Berlino

singolo di circa 3 mm, in direzioni alternate e ad angolo di circa 45°. Un getto verticale stabilizza il comportamento del flusso e assicura che una certa quantità d'aria di mandata arrivi al centro (Figura 10).

L'alta induzione (rapporto di 1 a 25), e la conseguente rapida equalizzazione della temperatura del getto, permettono di ridurre drasticamente la dipendenza del comportamento del flusso d'aria in ambiente dalla temperatura di mandata e dall'altezza del locale. È quindi possibile garantire elevate condizioni di comfort senza fastidiose turbolenze anche con una differenza di temperatura tra ambiente e mandata fino a 14 K. La forma del flusso stabile con scarico a 90° ha la caratteristica di distribuire l'aria immessa direttamente nella zona occupata senza venire in alcun modo a contatto con il soffitto, evitando quindi l'effetto Coanda e preservando la pulizia dei soffitti.

La ridotta larghezza del diffusore (compresa a seconda dei modelli da 15 a 45 mm) permette una facile integrazione dal punto di vista estetico.

Figura 10 – Profilo del flusso d'aria immessa con diffusori lineari ad alta induzione



Figura 9 – Neues Museum, Berlino



10 ANNI DI ESPERIENZA

BRENTA®
RENTA
Il freddo a noleggio

Specialisti del freddo a noleggio per climatizzazione e raffreddamento di processo. Consulenze pre-installazione e forniture chiavi in mano.

SETTORI DI APPLICAZIONE

- alimentare
- farmaceutico
- petrolchimico
- GDO
- hotel/residence
- ospedali
- fiere / eventi
- spettacoli
- ristrutturazioni
- piste ghiaccio
- cantine
- prodotti deperibili

PARCO MACCHINE

potenze da 25 kW a oltre 1000 kW

- gruppi frigoriferi (chiller)
- pompe di calore
- unità di trattamento aria
- condizionatori roof top
- condizionatori ad armadio
- stazioni di pompaggio



BRENTA RENT Srl

Azzergrande (PD) - ITALY - Via Dell'Industria, 17
tel. +39 049 5800034 fax +39 049 9724623 mobile +39 347 0554982
www.brentarent.it brenta@brentarent.it

RIQUALIFICAZIONE DI EDIFICI INDUSTRIALI

Tate Modern, Londra

La Tate Modern di Londra, lo spazio museale dedicato all'arte contemporanea, nasce nel maggio 2000 dalla riconversione della storica centrale elettrica di Bankside sulla riva sinistra del Tamigi. Oggi è la galleria d'arte moderna più visitata al mondo, con circa 4,7 milioni di visitatori all'anno. Il progetto architettonico ha lasciato inalterato il profilo esterno dell'edificio e il grande volume della Turbine Hall, la sala delle turbine, con dimensioni di 155 metri in lunghezza, 22 in larghezza e 35 in altezza, utilizzato come atrio di ingresso verso le varie gallerie. La maggior parte dello spazio interno è stata invece riconvertita in sale di esposizione, sale riunioni, uffici, bar e un auditorium. Le sale espositive si sviluppano su 3 livelli per una superficie totale di 15.000 m². L'altezza media delle sale è di 5,2 metri, ma alcune raggiungono anche 12 metri.

Un aspetto chiave nella realizzazione delle sale espositive è stato il progetto di un sistema di pareti espositive a doppio strato che racchiudono uno spazio praticabile che consente l'accesso al controsoffitto e il passaggio dei canali di distribuzione dell'aria (Figura 11).

Nella scelta del sistema di diffusione dell'aria i vincoli erano costituiti dalla notevole altezza dei soffitti delle sale, dall'esigenza di minimizzare l'impatto visivo dei diffusori e dall'efficienza energetica. La scelta è caduta sull'immissione a pavimento a bassa velocità mediante griglie in ferro di grandi dimensioni per conservare il carattere dell'edificio industriale (Figura 12). Mediante lo sviluppo di una modellazione CFD e di un modello in scala reale di una tipica sala espositiva è stato possibile simulare i profili di temperatura, umidità e velocità dell'aria risultanti dal flusso prodotto dalla mandata a pavimento, in funzione del calore e dell'umidità emessa dai visitatori. Per realizzare i plenum di mandata dell'aria sono stati installati nuovi pavimenti rialzati, supportati dal solaio strutturale esistente in cemento. La bassa velocità frontale dei diffusori (0,25 m/s) crea un sistema a dislocamento del flusso d'aria entro l'ambiente. L'inerzia termica del solaio in cemento sotto il pavimento rialzato permette di attenuare le improvvise variazioni della temperatura dell'aria di mandata. L'estrazione dell'aria avviene

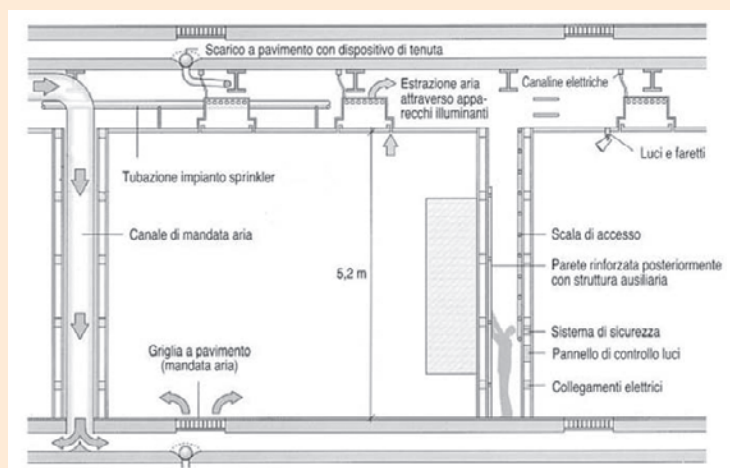


Figura 11 – Sistema di mandata e estrazione dell'aria, Tate Modern, Londra

Figura 12 – Sala espositiva con griglie di mandata a pavimento, Tate Modern, Londra



a soffitto attraverso i corpi illuminanti in modo da rimuoverne direttamente il calore emesso. Il controsoffitto viene utilizzato come plenum di estrazione.

Auditorium Paganini, Parma

L'Auditorium Niccolò Paganini di Parma, progettato da Renzo Piano, è un esempio di recupero di archeologia industriale, essendo il risultato della ristrutturazione avvenuta nel 1999-2000 del vecchio zuccherificio Eridania, costruito nel 1899 e dismesso nel 1968. Il progetto ha comportato la demolizione delle due testate della struttura per ottenere una sorta di "cannocchiale" visivo, realizzato con l'uso di grandi vetrate che delimitano gli spazi del foyer e della sala da musica (Figure 13 e 14).

Per la diffusione dell'aria sono stati utilizzati diffusori a piede di poltrona (Figura 15) collocati nella zona centrale sotto la poltrona, integrati nel sistema di montaggio e di appoggio

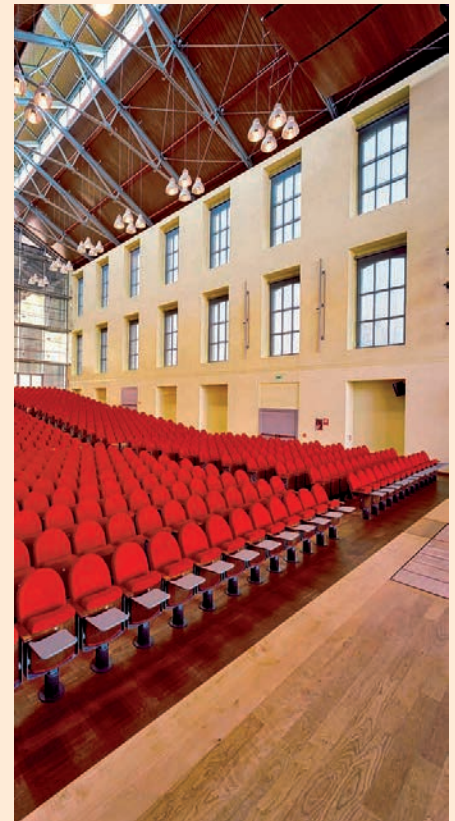


Figura 14 – Vista interna dell'Auditorium Paganini, Parma

Figura 13 – Vista esterna dell'Auditorium Paganini, Parma

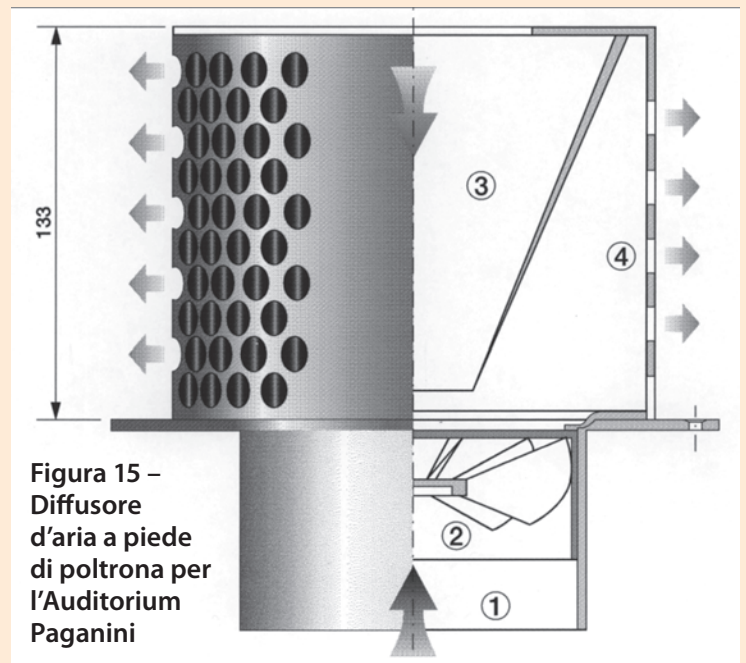
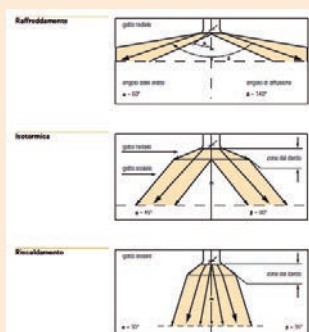


Figura 15 – Diffusore d'aria a piede di poltrona per l'Auditorium Paganini

al pavimento. Questi diffusori presentano la caratteristica di realizzare un forte effetto di induzione dell'aria ambiente, che viene richiamata dalla parte superiore e si miscela con l'aria primaria proveniente dal plenum sottostante. In ambiente viene pertanto diffusa soltanto aria già miscelata, eliminando il rischio dovuto a correnti fredde localizzate. I diffusori sono costituiti da un corpo cilindrico dotato di una serie di fori dai quali fuoriesce l'aria. Il differenziale di temperatura tra aria primaria e aria ambiente è compreso tra 5 e 7 K. La portata d'aria nominale di ogni diffusore è compresa tra 8 e 17 L/s e il livello di potenza sonora è di 15 dB(A) con portata di 11 L/s.

Centro espositivo del Lingotto, Torino

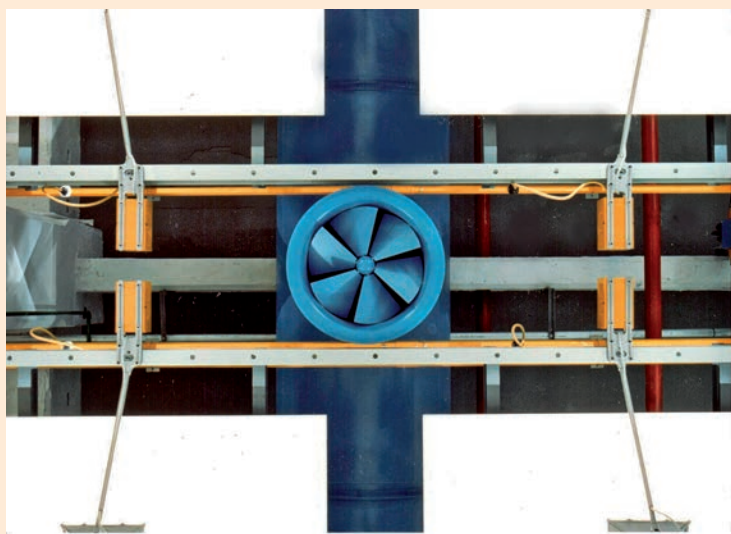


La soluzione di uso comune per la distribuzione dell'aria nei padiglioni espositivi di grandi dimensioni e altezza prevede l'installazione di canali a vista sotto la copertura con apparecchi di mandata e ripresa montati direttamente sui canali in campo libero.

Data l'elevata altezza dei padiglioni, devono essere utilizzati diffusori in grado di far penetrare il flusso d'aria nelle zone occupate con sufficiente intensità senza peraltro provocare movimenti d'aria interni.

Figura 17 – Profilo del flusso d'aria in funzione della temperatura con diffusori a geometria variabile

Figura 16 – Diffusori a geometria variabile per il Lingotto, Torino



Per l'area espositiva del Lingotto di Torino, lo storico stabilimento della Fiat riconvertito negli anni Ottanta a struttura polifunzionale (Figura 16) sono stati utilizzati diffusori a geometria variabile con pale orientabili, in grado di variare la profondità di penetrazione e la direzione del flusso d'aria in base alle variazioni di carico (Figura 17). Questi diffusori sono in grado di passare da un getto di direzione assiale in fase di riscaldamento a un getto radiale in fase di ventilazione o raffreddamento. La regolazione delle pale è progressiva e viene realizzata mediante servomotori elettrici con segnale di comando variabile tra 0 e 10 volt.

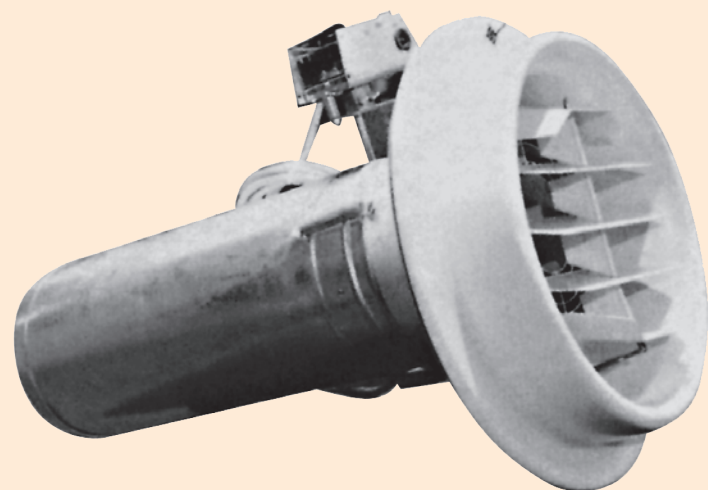
Magazzini del Cotone, Genova

In occasione delle Colombiadi del 1992 negli ex Magazzini del Cotone di Genova è stato ricavato un centro espositivo e congressuale (Figura 18). L'edificio, costituito da 4 piani fuori terra, è stato suddiviso in 8 moduli, ciascuno servito da un impianto VAV con l'unità di trattamento posta in copertura. Dato che la suddivisione degli ambienti non era prevedibile in fase di progettazione, si è reso necessario l'impiego di diffusori di forma circolare posti a parete con lancio orizzontale di lunghezza variabile tra 4 e 12 metri in funzione delle particolari esigenze di ogni tipologia di lay-out. La lunghezza del lancio rimane costante al variare della portata immessa in base all'evoluzione del carico. La figura 19 mostra il diffusore messo a punto appositamente per questa applicazione. Esso è dotato di alette orientabili per variare la direzione del getto e di un dispositivo servocomandato che mantiene costante la velocità in uscita, e quindi il lancio, al variare della portata. La ripresa dell'aria viene effettuata dall'alto mediante griglie a canale, oppure dal basso attraverso feritoie a livello del pavimento, che può essere utilizzato come plenum di aspirazione.



Figura 18 – Magazzini del Cotone, Genova

Figura 19 – Diffusore d'aria a parete per impianti VAV con lunghezza del lancio indipendente dalla portata



MOSTRE TEMPORANEE

Gli edifici storici sono spesso utilizzati per organizzare eventi espositivi temporanei per i quali risulta necessario garantire il controllo del microclima mediante l'adozione di impianti di climatizzazione specifici.

Un caso emblematico può essere considerato il progetto sviluppato in occasione della mostra dedicata a Canaletto ospitata a Palazzo Giustiniani in Roma, ove hanno sede l'appartamento di rappresentanza del Presidente del Senato e gli uffici dei senatori a vita. La mostra si sviluppava su 6 sale per una superficie complessiva di circa 500 metri quadrati.

Gli ambienti di Palazzo Giustiniani sono climatizzati mediante un impianto centralizzato a ventilconvettori, mentre non è invece presente alcun impianto di distribuzione di aria primaria per la ventilazione e il controllo dell'umidità relativa. Per garantire il microclima richiesto dalle opere e dai visitatori, con controllo costante 24 ore al giorno, è stato quindi necessario realizzare, per la parte relativa ai locali oggetto dell'area espositiva, un impianto autonomo dedicato di tipo VRF integrato da un sistema di trattamento dell'aria primaria.



Figura 21 – Pannelli espositivi con bocchette di immissione e di ripresa, Palazzo Giustiniani, Roma



Figura 22 – Sistema di contropareti tecniche, Palazzo Giustiniani, Roma

Terminali e canali di distribuzione dell'aria primaria sono stati mascherati dietro i pannelli verticali dell'allestimento espositivo, disposti a una distanza di circa 500 mm dalle pareti perimetrali e sostenuti da una struttura in acciaio con funzione anche di supporto per i canali e le unità interne, staffate ad un'altezza di circa 3 metri dal pavimento.

I terminali VRF provvedono a trattare l'aria ambiente aspirandola dal basso attraverso griglie di ripresa poste sui pannelli per poi immetterla direttamente in ambiente mediante bocchette a semplice filare di alette dotate di serrande di taratura, poste sempre sui pannelli a un'altezza di 3,2 metri. Affiancate a queste bocchette ne sono state inoltre previste altre, aventi le medesime dimensioni, per la diffusione dell'aria primaria proveniente dalle canalizzazioni. Non è stata prevista alcuna estrazione dell'aria: l'ambiente espositivo viene infatti mantenuto in pressione rispetto alle zone adiacenti non climatizzate, in particolare rispetto alla zona di ingresso, al fine di impedire l'afflusso di aria da zone non trattate.

edifici storici, per ognuno dei quali sono descritti i vincoli progettuali e le soluzioni adottate.

Gli interventi presentati sono classificati in 3 tipologie principali:

- adeguamento degli impianti di climatizzazione in edifici storici adibiti a spazi museali, in cui le caratteristiche architettoniche originarie devono essere conservate e quindi l'impatto estetico dei sistemi di diffusione deve essere ridotto al minimo;
- conversione radicale di edifici storici a nuove funzioni, come nel caso di edifici industriali dismessi trasformati in musei, spazi espositivi, centri congressi;
- utilizzo di palazzi storici per ospitare mostre temporanee che richiedono impianti di climatizzazione su misura per soddisfare i requisiti delle opere in prestito.

CONCLUSIONI

La scelta del sistema di diffusione ottimale negli interventi di riqualificazione deve tenere conto di molteplici aspetti. Per ogni tipologia di intervento sono identificabili diverse soluzioni, al fine di garantire non solo le migliori condizioni ambientali per le persone e per le opere d'arte, ma anche l'integrazione con il design d'interni.

Lo sviluppo del progetto deve quindi vedere una piena collaborazione tra committente, curatori d'arte, architetti e progettisti degli impianti. ■

* Luca Stefanutti, ASHRAE Member, BMZ Impianti srl, MI

Benedetta Bedendo, Sagicofim spa, Cernusco sul Naviglio, MI

BIBLIOGRAFIA

- Bregolin G. 1992. Genova 1992: l'impianto di climatizzazione per l'ex Magazzino del Cotone. RCI, 9, 79-84
- Gauna P., Levi F., 1986. Gli impianti di climatizzazione in Palazzo Grassi a Venezia. CDA, 8
- Hirst J., Marriott T., Wainwright F. 2000. Tate Modern. The Arup Journal, n. 3
- Russo F., Dasti G. 1996. La ristrutturazione impiantistica presso la Veneranda Biblioteca Ambrosiana di Milano – Esigenze e soluzioni in un edificio storico multifunzionale. Convegno AICARR Bologna
- Stefanutti L. 2005. Gli impianti di Canaletto. Microclima per l'arte. RCI, 6, 56-61
- Stefanutti L. 2012. Impianti di climatizzazione. Milano. Tecniche Nuove



DESIGN OF AIR DISTRIBUTION SYSTEMS FOR HISTORIC BUILDINGS

The article presents some relevant case studies of air distribution systems developed in the last 20 years for historic buildings. For each project the design constraints are described as well the solutions and the lessons learned. Special attention is dedicated to the close relationship with the interior design, which has a strong influence on the actual performance of the HVAC systems.

Keywords: air distribution, historic buildings, IAQ



Considerazioni sui sistemi di riscaldamento radiante a combustione diretta in chiese storiche

*Controllo ambientale, qualità dell'aria e sicurezza
antincendio all'interno di edifici di interesse storico-artistico*

*di Antonio Polito, Fabio Peron e Piercarlo Romagnoni **

IL CONTROLLO DEL MICROCLIMA all'interno di un edificio di interesse storico-artistico è un argomento rilevante, che deve essere affrontato e gestito con molta accortezza. Inoltre, negli spazi ad alta frequentazione antropica, come le chiese, devono essere considerati anche gli aspetti relativi al comfort, alla qualità dell'aria e alla sicurezza antincendio. La recente normativa suggerisce i parametri per una buona pratica ingegneristica ed altre informazioni integrative possono essere

desunte dalla letteratura tecnica. Raramente, tuttavia, è possibile trovare parametri standard (predeterminati) per la conservazione del patrimonio culturale, e perciò essi devono essere determinate caso per caso. Inoltre, alcune volte, l'adozione di un sistema di climatizzazione che controlla sia la temperatura che l'umidità, hanno portato risultati opposti a quelli che si intendevano raggiungere, dovuto al radicale cambiamento delle condizioni climatiche originarie.

In questo contesto, si è recentemente diffuso nelle chiese storiche, l'uso di sistemi di riscaldamento radiante a combustione diretta, grazie agli indubbi vantaggi che questo sistema presenta nella climatizzazione di ambienti di grandi dimensioni. Lo scopo di questo lavoro è quello di presentare delle indicazioni migliorative e alcune linee guida

per l'installazione e il funzionamento dei sistemi radianti a combustione diretta. Sono discussi alcuni aspetti rilevanti come la necessità di ventilazione, la distribuzione di temperatura, la sicurezza antincendio. Sono presentati, a titolo di confronto, alcuni dati frutto di ricerche precedenti.

Sistema di riscaldamento radiante a gas sospeso

Un sistema di riscaldamento radiante a gas sospeso è composto da un bruciatore ad alta efficienza in ceramica a combustione totale e da un corpo riflettente in acciaio inossidabile o laccato (Figura 1). Il principale vantaggio di questo tipo di sistema è che è possibile riscaldare solo le superfici e le zone desiderate.

Con il sistema di riscaldamento radiante a gas sospeso, nel proseguo indicato come sistema radiante a gas, diventa possibile riscaldare dove e quando è davvero necessario, ottimizzando in tal modo la relazione tra costi e bisogni (Schellen 2002). La combustione della miscela aria-gas nei sistemi radianti a gas avviene all'interno di alveoli situati su dei piatti di ceramica, i quali riscaldano la superficie della piastra, finché non diventa incandescente, attorno ai 900°C, rendendo così possibile irradiare una grande quantità di calore in diverse direzioni.

La speciale piastra è costruita in modo tale da assicurare una combustione senza emissioni rilevanti di CO e NOx, garantendo il massimo rispetto possibile dell'ambiente e dei limiti di emissione imposti dalle normative più stringenti. La Tabella 2 riporta i dati di funzionamento tipici per un sistema radiante a gas,

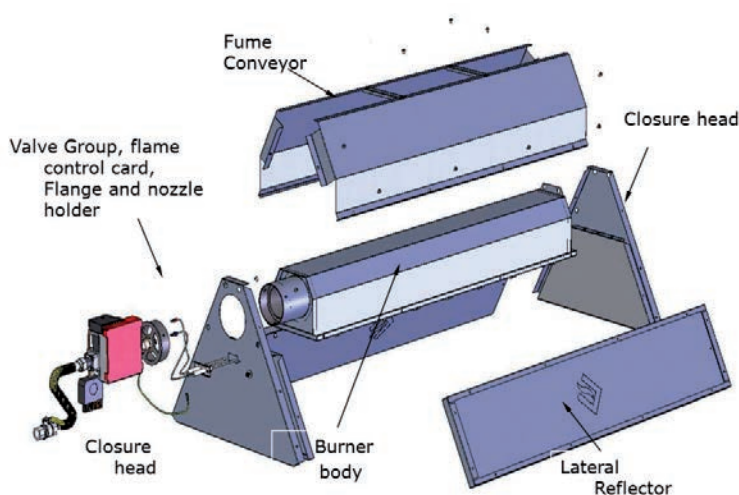


Figura 1 – Principali componenti di un sistema a riscaldamento radiante a gas sospeso

Calore in ingresso [kW]	Pressione del gas [mbar] NG	Pressione del gas [mbar] LPG	Portata combustibile [m³/h] NG	Portata combustibile [kg/h] LPG	Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]	Altezza [mm]	Peso [kg]
8,1	20	28	0,77	0,59	631	235	245	10
12,1	20	28	1,15	0,89	815	235	245	11,5
19	20	28	1,81	1,39	1183	235	245	14,5
22,7	20	28	2,16	1,66	1368	235	245	17

Tabella 1 – Dati tipici di funzionamento di un sistema radiante per il riscaldamento delle chiese

dove per NG si intende gas naturale e per GPL si intende gas di petrolio liquefatto.

La Norma Europea per la sicurezza 419-1/2009 (UNI 2009) specifica i requisiti e i metodi di controllo per la costruzione, la sicurezza, la classificazione e la valutazione dei diffusori radianti a gas sospesi per uso non domestico, che utilizzano un sistema con bruciatore ad aria aspirata (o atmosferico). Questa norma è applicabile ai diffusori senza ventilatore e classifica i sistemi come sistemi di tipo A quelli non collegati ad un dispositivo di evacuazione dei residui della combustione verso l'esterno (Carrolo 2011), mentre sono classificati di tipo B i sistemi collegati ad una canna fumaria che evacua all'esterno i prodotti della combustione. L'aria di combustione viene prelevata

direttamente dall'ambiente.

La presente Norma Europea non è applicabile ad apparecchi progettati per l'uso in abitazioni domestiche o per l'uso esterno, non considera apparecchi di portata termica superiore a 120 kW e gli apparecchi in cui l'alimentazione di aria di combustione e /o la rimozione dei prodotti di combustione è ottenuta con mezzi interamente meccanici.

Applicazioni possibili

Essendo leggeri e compatti, possono essere orientati per ottenere una puntuale diffusione del calore nelle zone da riscaldare. Soprattutto nelle chiese storiche, i sistemi di riscaldamento non devono essere invadenti e devono essere compatibili con le strutture e gli arredi presenti. A fronte delle norme che definiscono le caratteristiche degli impianti di riscaldamento e delle condizioni climatiche per la conservazione delle opere d'arte (es. UNI 2002, UNI 1999, UNI 2012), il riscaldamento radiante a gas può essere una soluzione interessante. Nella Figura 2 e nella Figura 3 sono riportate applicazioni di questo tipo in una chiesa storica.

Strategie di ventilazione

I diffusori radianti a gas sospesi prelevano l'aria comburente direttamente dall'ambiente in cui sono installati, liberando i gas di combustione nell'ambiente stesso. È pertanto necessario garantire la



RADIANT HEATING SYSTEMS DIRECT COMBUSTION IN HISTORICAL CHURCHES

The control of the microclimate inside a building of historical and artistic interest is a relevant topic that needs to be addressed and handled with great care. Moreover, in high-traffic areas anthropogenic such as churches, must also be considered aspects related to comfort, air quality and fire safety.

Recently it has been widespread in the historic churches the use of radiant heating systems direct combustion, thanks to the advantages that this system has in the climate control of large dimensions. The purpose of this paper is to present the indications for improvement and some guidelines for the installation and operation of radiant systems to direct combustion. They discussed some important aspects such as the need for ventilation, the temperature distribution and fire safety. There are also presented some data resulting from previous research.

Keywords: radiant heating at high temperatures, environmental control, fire safety



Figura 2 – Esempi di sistema radiante a gas sospeso applicati in chiese storiche

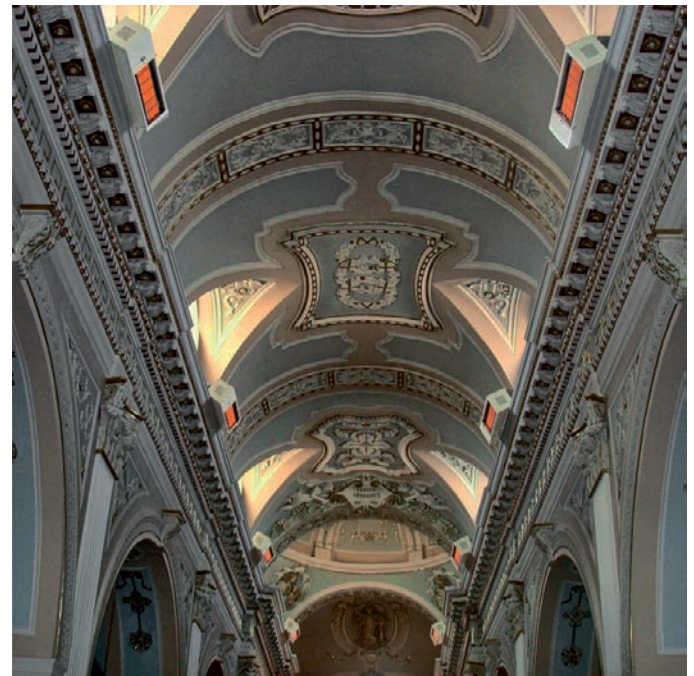


Figura 3 – Santa Maria in Trastevere, Roma. Dal 1991 la navata centrale è dotata di un sistema di radiatori a gas a ventilazione naturale. Il bellissimo soffitto in legno e il dipinto "L'assunzione della vergine" sono opere di Domenico "Domenichino" Zampieri, datate 1616-1617

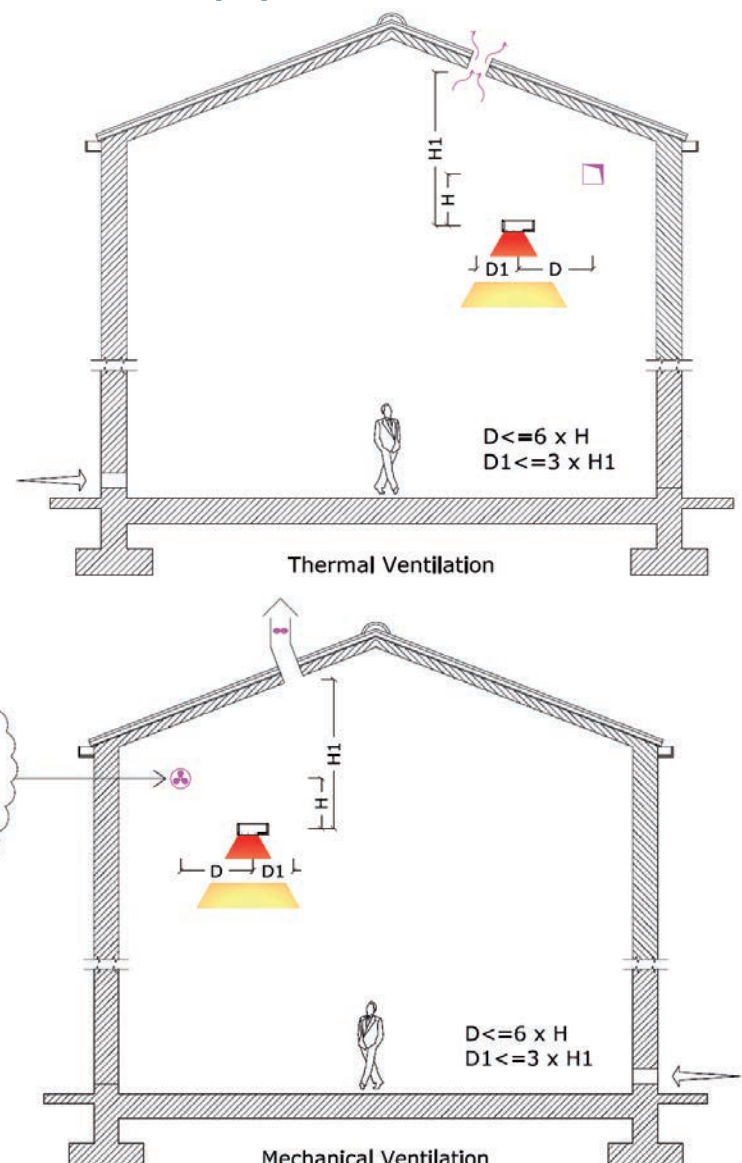
ventilazione degli ambienti in questione, realizzando opportune aperture per le prese d'aria o sulle pareti perimetrali, o sul soffitto, o installando un sistema di ventilazione forzata.

Per garantire una sufficiente areazione, la portata d'aria necessaria può essere calcolata con l'equazione riportata nella norma UNI EN 13410 (UNI 2003): nella Figura 3 è riportato un esempio di calcolo.

La stessa norma fornisce gli altri **requisiti** così come di seguito riportati:

- Il locale di installazione deve avere un volume di almeno 10 m³ per ogni kW di potenza termica nominale installata.
- La ventilazione naturale o meccanica deve garantire almeno 10 m³/h di ricambio per ogni kW di potenza termica.
- Il numero e la disposizione delle aperture per l'aria di scarico sono collocate in funzione della

Figura 7 – La disposizione delle aperture in ventilazione naturale e in ventilazione meccanica proposta dallo standard UNI EN 13410



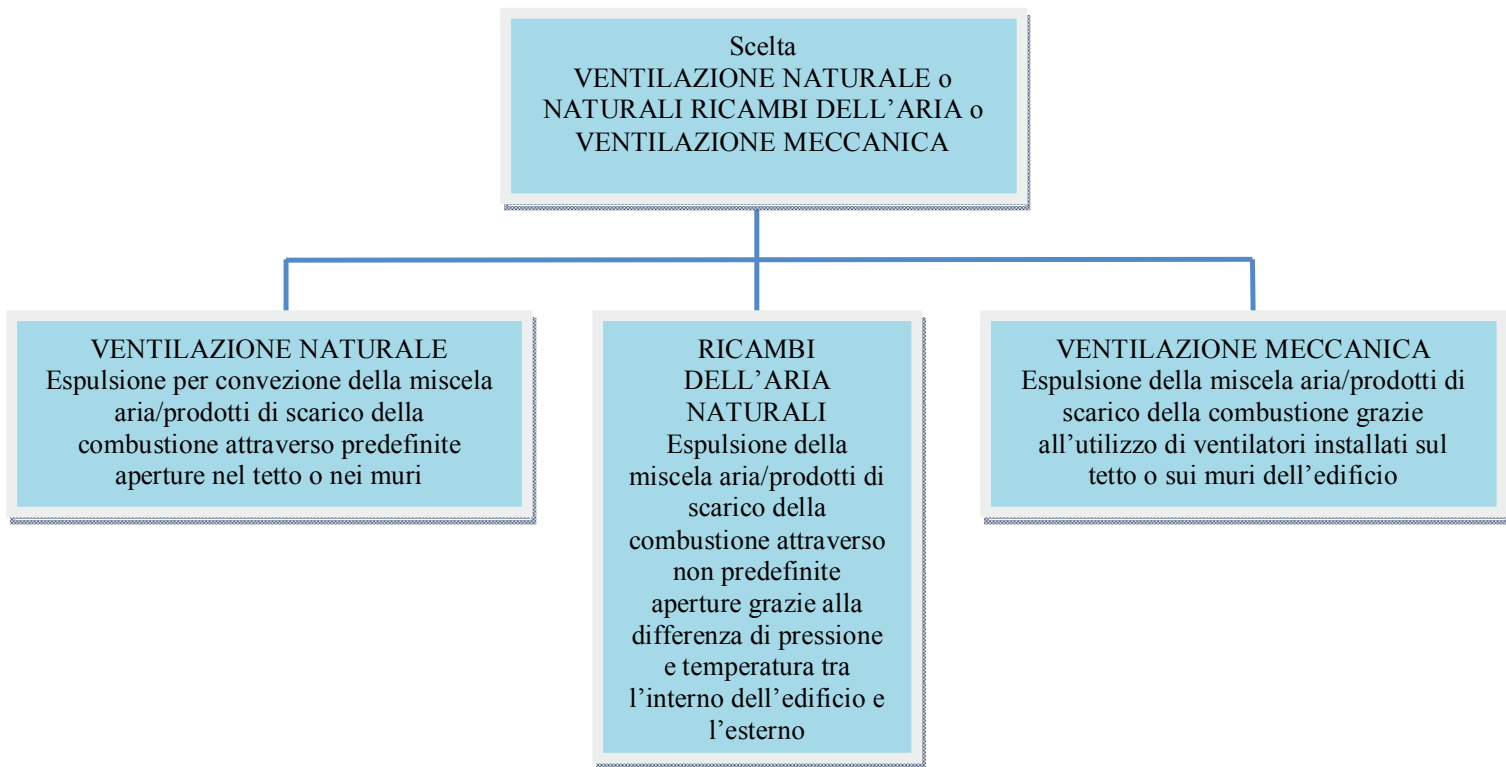


Figura 4 – Schema delle strategie di ventilazione proposto dalle normative



Figura 5 – A sinistra, **diffusore radiante a gas** sospeso nella chiesa dell'Immacolata Concezione a Terni. Sulla destra, **apparato di tipo B**, connesso ad una canna fumaria che espelle all'esterno i residui della combustione

Figura 6 – Esempio di applicazione di Tipo A con diffusore installato a muro. L'espulsione dei prodotti di combustione avviene attraverso un'apertura nella finestra



disposizione degli apparecchi e della geometria della camera.

- È necessario prevedere delle aperture per l'ingresso dell'aria fresca, disposte sotto i diffusori.

Sicurezza antincendio

I sistemi di riscaldamento radiante a gas sospesi sollevano alcune preoccupazioni circa la sicurezza antincendio (Bandi 2001). Dal 2008 al 2011, in Italia ne è stata vietata l'installazione

in seguito ad alcuni incidenti, fino a quando il comitato Scientifico Centrale e il Comitato Tecnico dei Vigili del Fuoco non ne hanno rimosso i divieti, definendo alcuni dei fattori che devono assolutamente essere presi in considerazione dal progettista nel valutare il livello di rischio e le conseguenti misure compensative dovute all'installazione di tali sistemi. La procedura deve essere conforme alla legislazione nazionale di sicurezza antincendio. In Italia devono essere considerate, per le attività non regolate da specifiche, le disposizioni antincendio del DM 1998/05/04 (Ministero

Italiano degli Interni 1998) e le modalità di cui al DM 09/05/2007 "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio" (Ministero dell'Interno italiano 2007).

Il progettista deve verificare l'effettiva disponibilità delle aperture necessarie sia per l'espulsione dell'aria di scarico, sia per il corretto funzionamento delle apparecchiature, come pure per la corretta attivazione del sistema di ventilazione meccanica, dove previsto. Nel caso sia utilizzato un sistema di ventilazione meccanica, l'alimentazione del gas alle apparecchiature potrebbe direttamente essere comandata da questo sistema ed essere automaticamente interrotta qualora gli effetti della ventilazione non siano sufficienti al rispetto dei valori previsti, con riarmo manuale per il ripristino dell'alimentazione.

Il fattore di rischio legato alla radiazione termica deve essere ridotto posizionando adeguatamente le apparecchiature o adottando una schermatura speciale tra i corpi radianti e i materiali combustibili esposti alle radiazioni (elementi in legno, tende, tessuti da arredamento, ecc.). Queste soluzioni devono essere definite dal progettista con l'obiettivo di limitare il flusso di calore a valori compatibili con le caratteristiche dei materiali presenti nell'ambiente. Inoltre il rischio legato ad eventuali perdite nella linea di alimentazione del gas deve essere affrontato attraverso le seguenti azioni:

- identificazione dei possibili punti di fuga del gas (perdite da valvole, guarnizioni, giunti e raccordi per tubazioni, ecc);
- determinazione dell'entità della perdita di gas;
- individuazione delle eventuali fonti di innescio della combustione
- individuazione delle aree a rischio di esplosione.

Per ridurre il rischio entro limiti accettabili, possono essere considerate misure compensative quali, ad esempio, rilevamento ed allarmi, valvole di intercettazione automatiche, pressostati, prevedendo comunque per le linee di gas un percorso che rimanga il più possibile all'esterno dell'edificio.

La distanza tra i diffusori radianti a gas e le pareti dell'ambiente deve sempre permettere una buona accessibilità per la manutenzione ordinaria e il controllo. Le superfici vicine alle apparecchiature devono essere realizzate con materiali classificati come "classe 0" (non combustibili e non infiammabili) e con caratteristiche di resistenza al fuoco pari o superiori a REI 30.

È necessario osservare una distanza minima tra i diffusori e le pareti adiacenti, qualora le pareti stesse non siano protette contro le radiazioni o siano costituite di materiale combustibile. La tabella seguente riporta le distanze minime da mantenere

Figura 8 – Esempio di dimensionamento delle aperture per la ventilazione

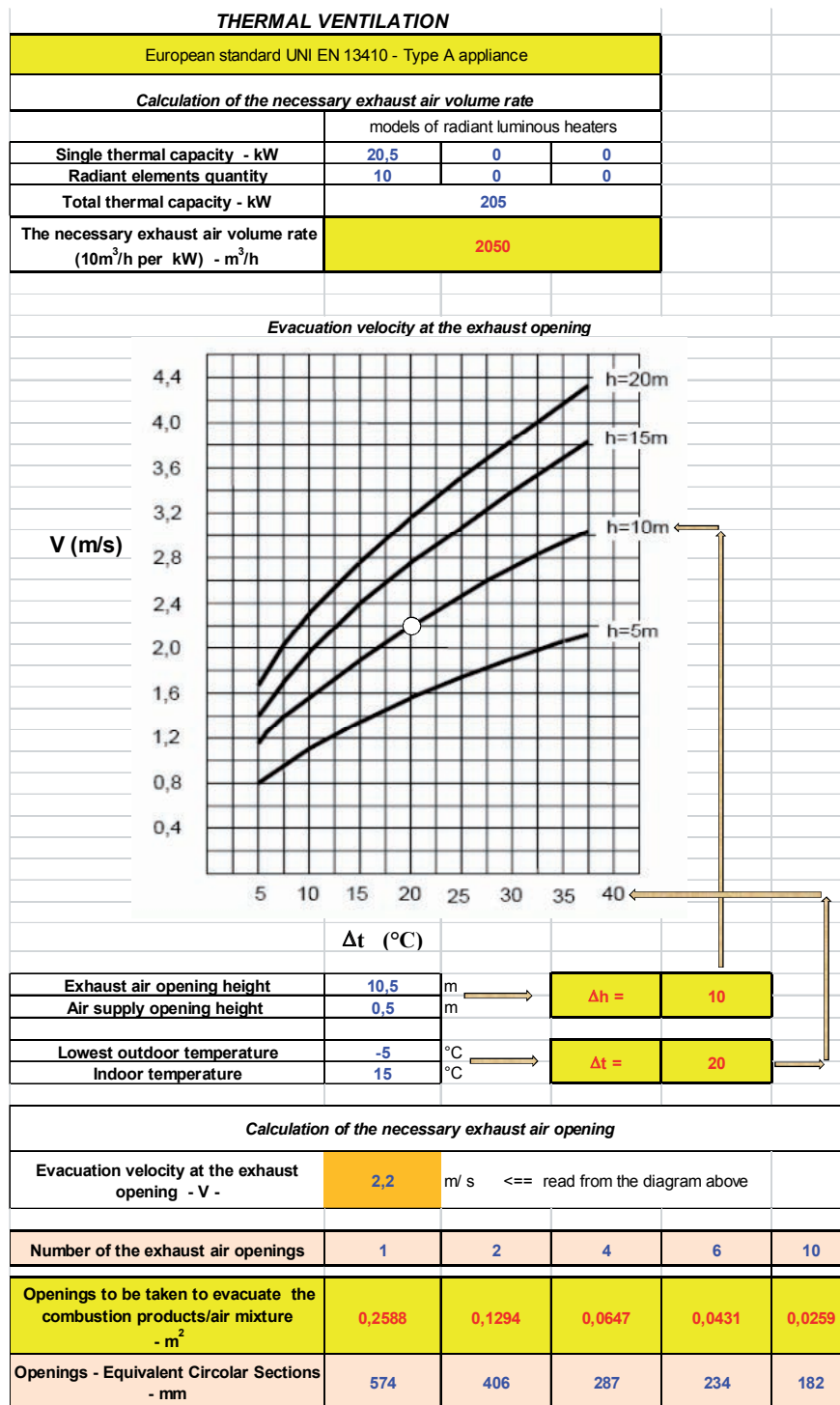
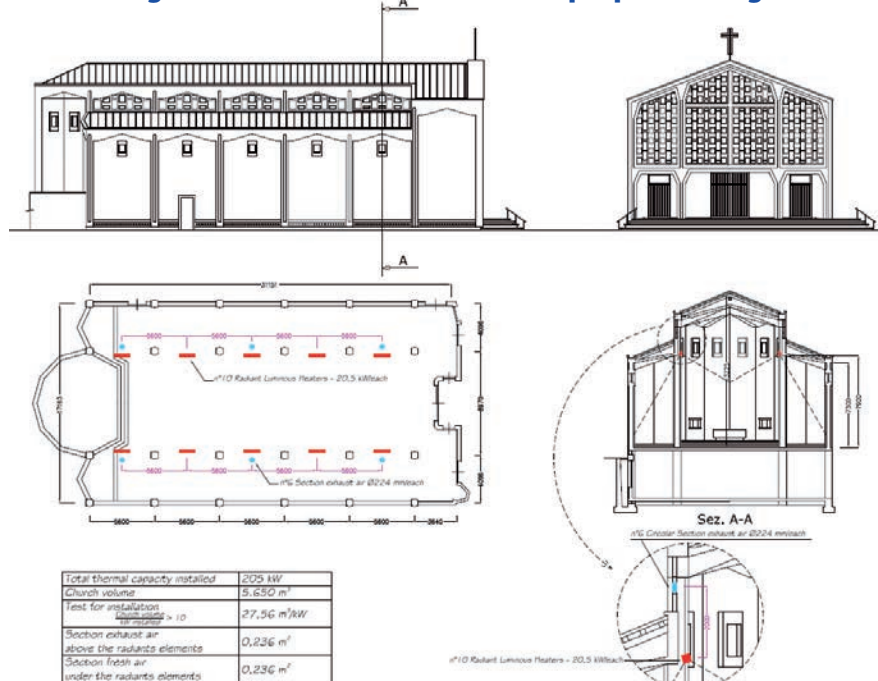


Figura 9 – Vista in sezione e in pianta di un sistema di riscaldamento radiante a gas e del sistema di ventilazione proposto in Figura 6



Potenza termica [kW]	Tetto [m]	Pavimento [m]	Parete di fronte [m]	Parete laterale [m]
8,1	1,5	4,0	1,0	1,0
12,1	1,5	4,0	1,0	1,0
19,0	1,5	5,0	1,5	1,0
22,7	1,5	5,5	1,5	1,0

Tabella 2 – Distanze minime da rispettare dai corpi radianti a gas nelle chiese

Figura 10 – Le temperature attorno ai diffusori radianti misurate in una chiesa con tetto in legno (Carlieuklima 2012)

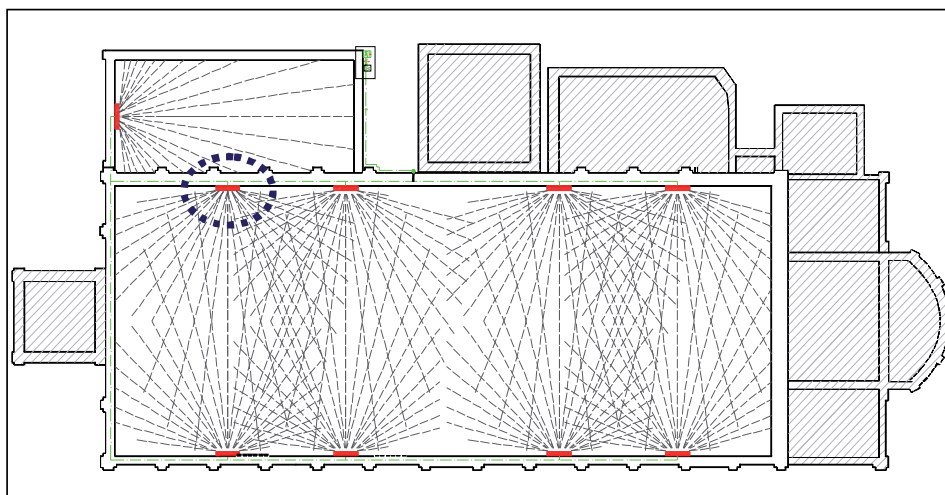
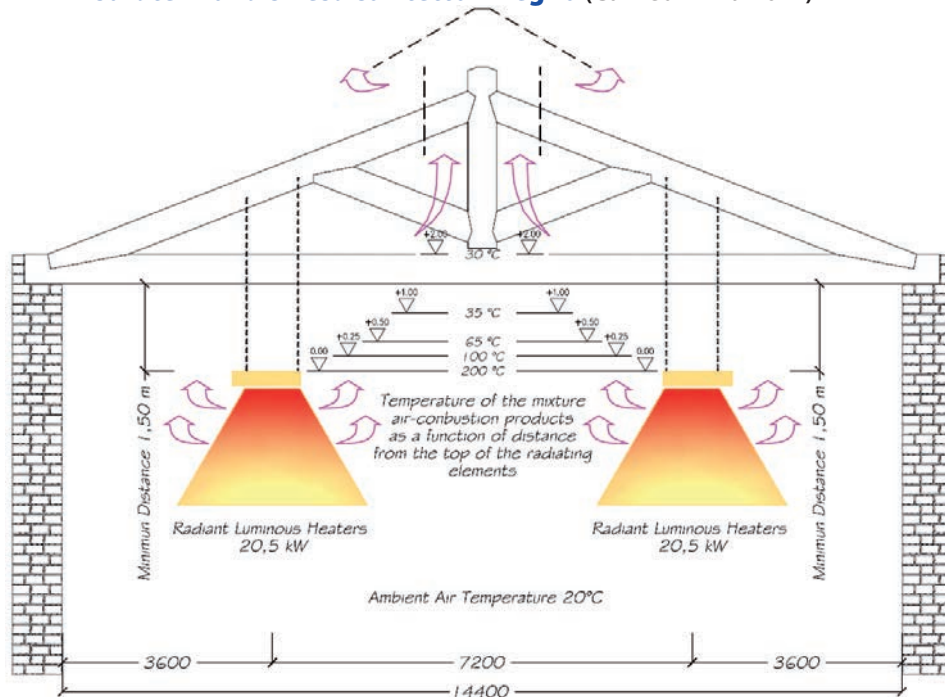
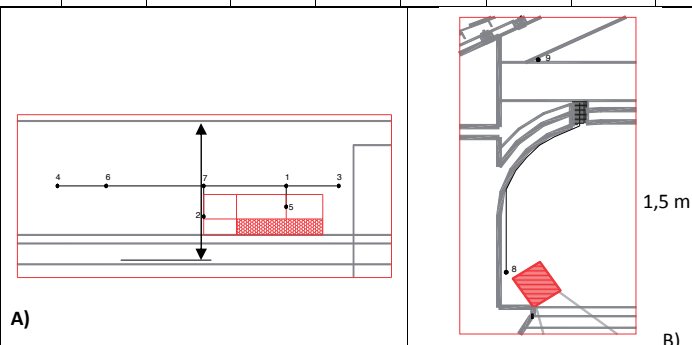


Figura 11 – La pianta della chiesa e il posizionamento dei diffusori radianti a gas

Figura 12 – Posizioni e numero delle sonde di temperatura. A) Vista frontale del corpo radiante. B) vista laterale con la sonda numero 8 (aria) e 9 (sottotetto)

Sonda	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
max [°C]	39,7	31,5	32,2	22,65	109,1	23,46	52,8	34,5	33,6
min [°C]	11,5	11,5	11,4	10,85	11,5	10,95	11,2	11,5	10,5
Media [°C]	15,6	15,1	15,0	14,1	17,5	14,09	15,8	15,3	13,9
Variazione [°C]	28,2	20,0	20,8	11,8	97,6	12,51	41,6	23,0	23,1



tra i corpi radianti e le pareti adiacenti.

Nelle chiese con il tetto in legno deve essere prestata particolare attenzione all'installazione di questi sistemi. Nella Figura 10 sono riportati i risultati di un test di temperatura condotto al di sopra di alcuni diffusori radianti a gas sospesi, utilizzando i prodotti di scarto della combustione a miscela gas-aria, in un sistema a ventilazione naturale.

Il caso di studio

Come caso di studio, è stata considerata una chiesa di media grandezza situata a Gambarare di Mira, a Venezia (Cappelletti et alii, 2005). Questa chiesa è datata ufficialmente 1489, sebbene la data di costruzione sia probabilmente 1192 e abbia subito interventi in vari periodi successivi (ad esempio 1611, 1712, ...), anche se già nel corso del 1800 sono stati necessari dei restauri a causa dei danni provocati dall'umidità. Solo nel 1911 la chiesa ha assunto la configurazione attuale. Tuttora la chiesa ospita e custodisce opere del Settecento veneziano. È stato proposto un nuovo sistema di riscaldamento per la chiesa ed è stato installato un sistema di riscaldamento radiante a gas sospeso.

Il corpo radiante è costituito da un tubo di Venturi e un iniettore di gas. La velocità di iniezione del gas provoca una caduta di pressione cosicché venga aspirata la quantità di aria necessaria per una corretta combustione. La miscela aria-gas viene immessa nella camera di miscelazione, per poi essere distribuita lungo tutta la superficie dello scambiatore di calore. Quest'ultimo è costituito da una serie di piastre in ceramica, che, portate ad una temperatura elevata (900°C circa), irradiano e riscaldano l'area sottostante. Il diffusore è dotato di un riflettore a specchio, che serve a direzionare la radiazione. I diffusori incandescenti possono essere utilizzati nei capannoni, in aree aperte come tendoni, aree di carico e scarico merci, camere con altezza elevata, ecc. Per quanto riguarda le applicazioni interne, il gas di scarico può essere espulso sia all'interno della camera stessa attraverso un sistema di evacuazione, sia attraverso un sistema di ventilazione naturale o meccanica secondo lo standard EN13140.

Dal momento che i diffusori sono stati installati a poca distanza da un soffitto costituito da pannelli in legno dipinti, è stato necessario effettuare un controllo della temperatura in prossimità del corpo radiante, al fine di evitare problemi relativi alla conservazione e all'integrità delle opere. Inoltre sono state stabilite una serie di misurazioni periodiche stagionali della temperatura, al fine di verificare che il diffusore radiante potesse danneggiare i manufatti storici conservati nella chiesa. La Figura 11 mostra come un set di 9 sensori di temperatura Pt100 (precisione $\pm 0,2^\circ\text{C}$, risoluzione $0,25^\circ\text{C}$) è stato posizionato vicino a uno dei 9 corpi radianti installati.

La Figura 12 A) e B) mostra le posizioni delle 9 sonde: una sonda misura la temperatura dell'aria

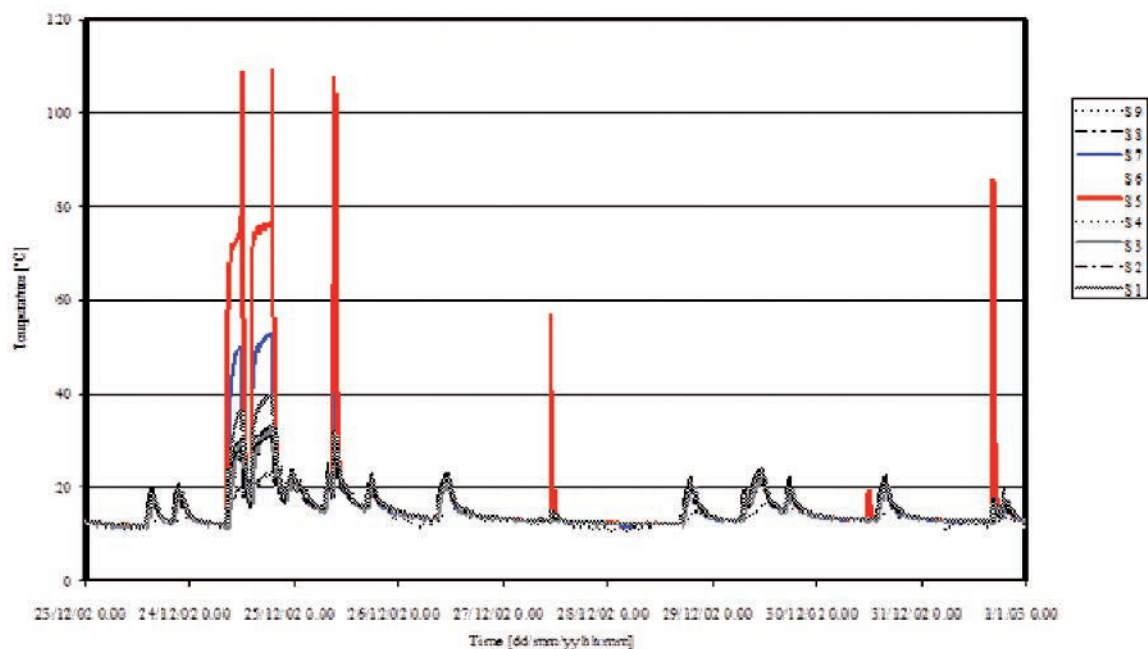


Figura 13 – I valori della temperatura durante l'ultima settimana del 2002

(n.8); un'altra sonda è stata posta sul retro del contenitore del diffusore (n.5). Tutte le sonde sono state dotate di una protezione contro le radiazioni. La sonda n.9 è collocata nel sottotetto per misurare la temperatura superficiale del pavimento dello stesso. La

temperatura e l'umidità relativa dell'aria sono state misurate a 1,5 m dal livello del pavimento, vicino all'altare di San Giuseppe, appena fuori dal cono di emissione del radiatore monitorato.

Durante il periodo invernale, il sistema di riscaldamento partiva quando richiesto dall'utenza: una serie di dati molto interessante è stata registrata

durante la settimana di Natale del 2002 (si vedano le Figure 13, 14 e 15). La riporta dei valori di temperatura molto elevati misurati dalla sonda n.5 posta dietro la cassetta del diffusore (Temperatura oltre i 100°C se il diffusore funziona a massima potenza), mentre le sonde più lontane come la n.4 e la n.6 hanno registrato valori massimi vicino ai 24°C.

REVOLUTION IN PROGRESS



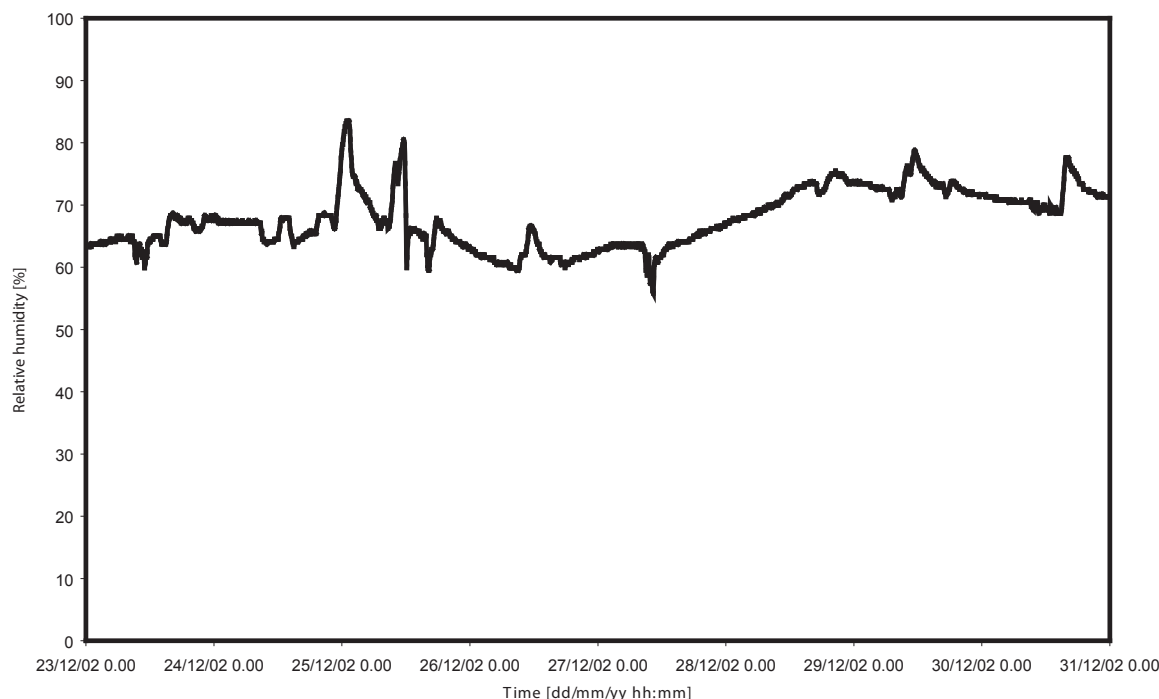


Figura 14 – L'andamento dell'umidità relativa durante l'ultima settimana del 2002

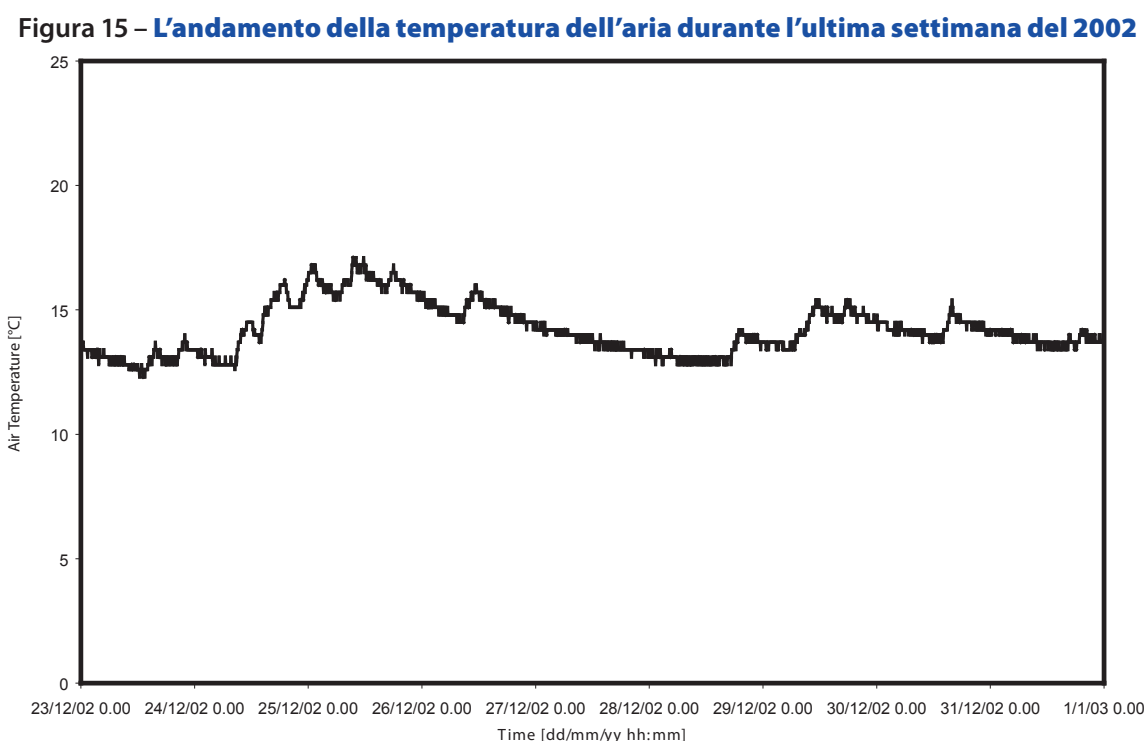


Figura 15 – L'andamento della temperatura dell'aria durante l'ultima settimana del 2002

Variazioni dell'umidità

La Figura 14 e la Figura 15 mostrano come l'andamento della temperatura dell'aria poco si discosti dal suo valore medio (15°C circa), rivelando d'altro canto una forte variazione dell'umidità relativa, in particolare durante le funzioni religiose di Natale. La Figura 16 riporta invece i valori di temperatura registrati durante il giorno di domenica 19 Gennaio: da questo grafico è possibile apprezzare il diverso comportamento delle sonde. I valori di temperatura rilevati dalla sonda n.5 aumentano rapidamente (circa 1,1°C/minuto durante

la fase di riscaldamento, con un massimo di 4°C/minuto); solo la sonda n.7, posta sulla superficie della parete dietro il diffusore, registra valori superiori ai 50°C, ma con un incremento di temperatura pari a 0,5°C/minuto.

Le sonde n.4 e n.6, collocate rispettivamente a 1,5 m e 2,0 m sulla superficie della parete a destra del diffusore, hanno rilevato temperature molto simili. Le sonde n.2 e n.3 hanno registrato valori massimi vicino ai 30°C. La temperatura dell'aria sul retro del contenitore del corpo radiante si è mantenuta sempre inferiore ai 35-40°C.

Il corpo radiante installato nella chiesa di San Giovanni Battista consente di evidenziare alcuni aspetti riguardanti la progettazione. In caso di utilizzo di diffusori ad alta temperatura si dovrebbe adottare il miglior isolamento possibile (ad esempio

con efficaci sistemi di schermatura contro le radiazioni). Anche nel caso che la temperatura superficiale superi i 100°C per un periodo di tempo molto breve (non più di 15 minuti), si potrebbero comunque causare danni alle pitture del soffitto.

Valori di comfort

Il funzionamento del sistema ai carichi parziali provoca un effetto ridotto. Come conseguenza dei fatti prima citati, anche la posizione del diffusore dovrebbe essere determinata con attenzione per evitare un eccessivo riscaldamento sia nel cono di emissione che sulla superficie attorno all'apparecchio. Per quanto riguarda il microclima interno, sono stati ottenuti i valori di comfort per quanto riguarda la temperatura dell'aria; l'assenza di controllo sull'umidità dell'aria è stata chiaramente

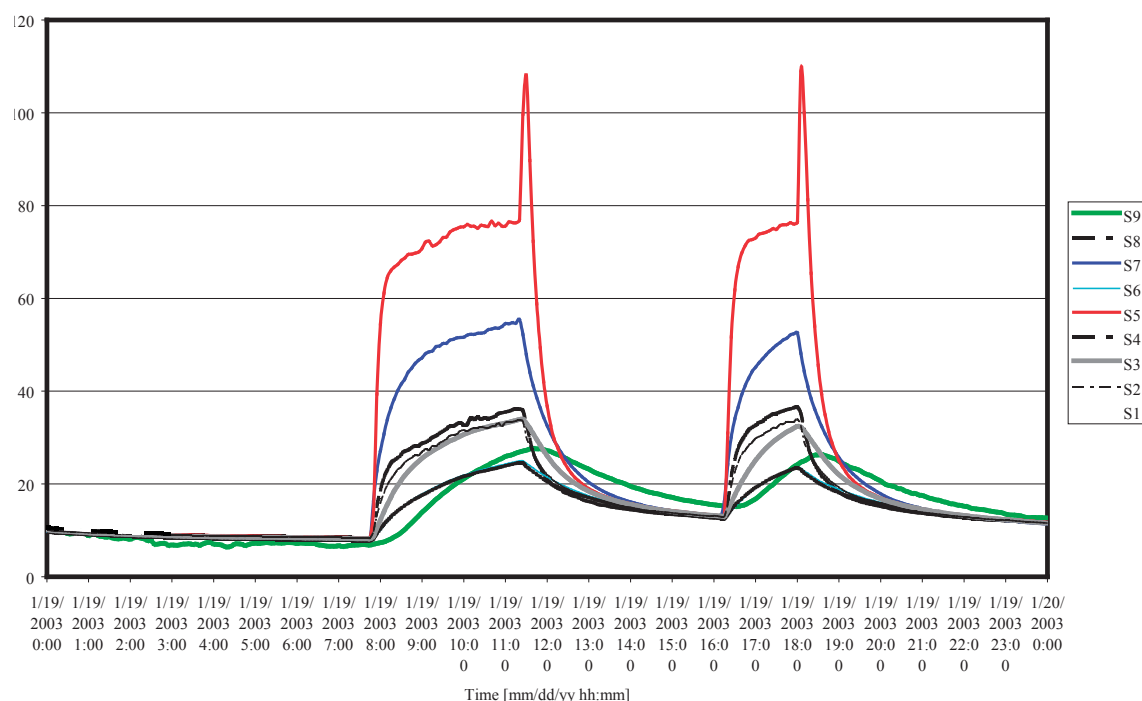


Figura 16 – L'andamento della temperatura durante la giornata di Domenica 19 Gennaio 2003

evidenziata, come normalmente avviene usando apparecchiature radiative. L'uso di questo tipo di sistema comporta la necessità di un ricambio dell'aria interna efficace e un'installazione attenta.

Conclusioni

Nell'adozione di un sistema di riscaldamento radiante a gas sospeso in un edificio storico è più che mai necessario evitare un riscaldamento eccessivo che potrebbe causare danni al soffitto; come indicato dalla norma, è necessario prevedere un efficiente sistema di evacuazione dei fumi di scarico. Come nel caso di studio esaminato, la ventilazione naturale ottenuta consente di ridurre la variazione di temperatura dell'aria in prossimità del diffusore radiante a gas. Un efficace ventilazione è stata riscontrata vicino al soffitto, dove un camino di ventilazione naturale collega direttamente il diffusore radiante con l'aria ventilata del sottotetto. Tale ventilazione è molto importante anche per evitare il ristagno del vapore acqueo prodotto dalla combustione del gas. La presenza di una camera d'aria al di sotto del tetto (spesso presente nelle chiese storiche in Italia) è ottimale per la realizzazione di una ventilazione corretta.

Può anche essere possibile che, ai fini del comfort interno, il progettista proponga un numero rilevante di diffusori; in questi casi, anche la gestione del funzionamento è molto importante. L'esempio proposto mostra come il funzionamento a carico parziale provochi un effetto di surriscaldamento ridotto. Come conseguenza, il numero e la disposizione dei diffusori radianti dovrebbero essere determinati con attenzione per evitare il surriscaldamento nel cono di emissione e sulla superficie attorno al diffusore. L'assenza di controllo per l'umidità dell'aria è stato chiaramente sottolineato, come del resto di solito avviene utilizzando attrezzature radiative.

L'uso di tale tipo di impianto sottolinea la necessità di un sistema di sicurezza per rispettare le norme di sicurezza antincendio.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la società Carlieuklima SpA per le informazioni preziose e dettagliate fornite e la Fraccaro Officine Termotecniche srl per aver permesso la raccolta e la diffusione delle misurazioni nella chiesa di Gambarare.

Inoltre gli autori ringraziano l'Ing. Fabio Dattilo della Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica dei Vigili del Fuoco e ringraziare l'Ing. A. Carrolo dei Vigili del Fuoco di Treviso per la preziosa discussione a proposito della sicurezza antincendio negli impianti di riscaldamento radiante a gas. ■

* Antonio Polito, *Libero professionista*, Castelfranco Veneto, TV
 Fabio Peron e Piercarlo Romagnoni, Department of Design and Planning in Complex Environments – Università IUAV di Venezia

BIBLIOGRAFIA

- Bandi D., Bindi P., Ceriani E., Viazzo E., 2001, I sistemi impiantistici per i luoghi di culto, Proceedings of Convegno AICARR "Progettare l'involucro edilizio", Torino, Novembre 2001
- Carlieuklima, 2012, Technical documentation, Carlieuklima Fontanafredda, Pordenone Italy, www.carlieuklima.com
- F. Cappelletti, E. Mattiucci, F. Peron, P. Romagnoni, 2005, Considerations about the radiative heating in historical churches: the case of Gambarare (Venice), Proceedings of Clima 2005 Congress, Lausanne (CH), 9 – 12 October 2005, paper nr 369
- Carrolo A., 2011, Heating of churches and buildings of great height with radiant luminous heaters "type A" gas-powered. Guideline for installation. – National Scientific Conference "Safety in complex systems", Bari, 18 - 19 - 20 October 2011
- Italian Ministry of Interior, 1998, Dispositions about fire safety authorization procedures, D.L 4th May 1998, Official Journal of Italian Republic n. 104 of the 7th May 1998
- Italian Ministry of Interior, 2007, Guidelines for the implementation of the engineering approach to fire safety, D.L 9th May 2007, Official Journal of Italian Republic n. 117 of the 22nd May 2007
- Schellen H., Diepens J., van Schijndel J., 2002, Building Physics impact of Infrared Gas Heating on Monumental Churches and their Interior, 6th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries, Trondheim, Norway, June 17-19, 2002
- UNI 1999, Works of art of historical importance – Ambient conditions for the conservation – Measurements and analysis, Standard UNI 10829, Milano: Ente Italiano di Unificazione
- UNI 2002, Cultural heritage – General principles for the choice and the control of the microclimate to preserve cultural heritage in indoor environments, Standard UNI 10969, Milano: Ente Italiano di Unificazione
- UNI 2003, Gas-fired overhead radiant heaters – Ventilation requirements for non-domestic premises, Standard UNI EN 13410, Milano: Ente Italiano di Unificazione
- UNI 2009, European Standard for non-domestic gas-fired overhead luminous radiant heaters, Standard UNI EN 419/1, Milano: Ente Italiano di Unificazione
- UNI 2012, Conservation of cultural property — Indoor climate — Part 1: Guidelines for heating churches, chapels and other places of worship, Standard UNI EN 15759, Milano: Ente Italiano di Unificazione



COMPLESSO DEI CROCIFERI



EX CONVENTO DEI TOLENTINI. Adeguamento tecnologico e interventi conservativi ex-Convento dei Tolentini – alla sud

Pompe di calore

per la riqualificazione di edifici monumentali

L'impiego della pompa di calore nella riqualificazione energetica di edifici soggetti a tutela può permettere il ricorso ad energie rinnovabili e il conseguimento di elevate efficienze impiantistiche anche in realtà particolarmente difficili come il centro storico di Venezia

*di Luigi Schibuola e Chiara Tambani**

L'ATTUALE CONTESTO EUROPEO vede l'adozione della direttiva 20-20-20 Renewable Energy Directive con lo scopo di fermare i cambiamenti climatici in atto. Entro il 2020 l'obiettivo è ridurre le emissioni di gas climalteranti del 20% con riferimento ai livelli del 1990, un taglio del 20% nei consumi energetici attraverso un miglioramento dell'efficienza energetica e un incremento del 20% nell'uso dell'energia rinnovabile. Anche la riedizione della direttiva sull'efficienza energetica degli edifici (Energy Performance Building Directive EPBD) e il conseguente decreto applicativo di recepimento in Italia (D.Lgs. n. 28, 2011) danno grande enfasi all'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per coprire una quota rilevante della domanda energetica dell'edificio al fine di raggiungere la caratteristica di edificio a consumo quasi zero. In particolare, per raggiungere questo obiettivo con costi accessibili un ruolo chiave viene riconosciuto alla pompa di calore. Infatti l'energia fornita dalla

sorgente fredda (aria, acqua, geotermico) viene considerata energia da fonte rinnovabile. Questa opportunità diventa particolarmente interessante nel caso di interventi in edifici storici soggetti a restrizioni di tutela monumentale. Infatti qui le rinnovabili più scontate quali il solare termico e il fotovoltaico sono di norma vietate per il loro impatto visivo. Occorre quindi valutare con attenzione le altre fonti energetiche rinnovabili disponibili nel particolare contesto in cui si opera. Vengono allora qui presentati due casi di installazione di impianti a pompa di calore in Venezia a servizio di due edifici soggetti a tutela monumentale. L'obiettivo di un incremento dell'efficienza energetica rispetto a soluzioni impiantistiche più tradizionali viene perseguito in un caso con il ricorso all'acqua di laguna come sorgente fredda e nell'altro con l'accoppiamento ad uno scambiatore geotermico. Le due installazioni sono nell'ambito di due interventi appena ultimati e voluti dall'Università IUAV

di Venezia al fine di una riqualificazione per usi moderni dei due edifici. Nell'ambito dell'intera progettazione e direzione lavori affidata a ISP (Iuav Studi e Progetti) gli autori di questo articolo si sono occupati della parte impiantistica.

Per entrambi gli edifici viene qui presentato uno studio preliminare delle prestazioni ottenibili che è stato svolto per ottimizzare le scelte progettuali quantificando il risparmio energetico a confronto con altre soluzioni impiantistiche. Per questa analisi sono stati elaborati opportuni modelli di simulazione dinamica per i componenti impiantistici. I carichi dell'edificio sono stati calcolati per mezzo del programma EnergyPlus (Crawley et al., 2001).



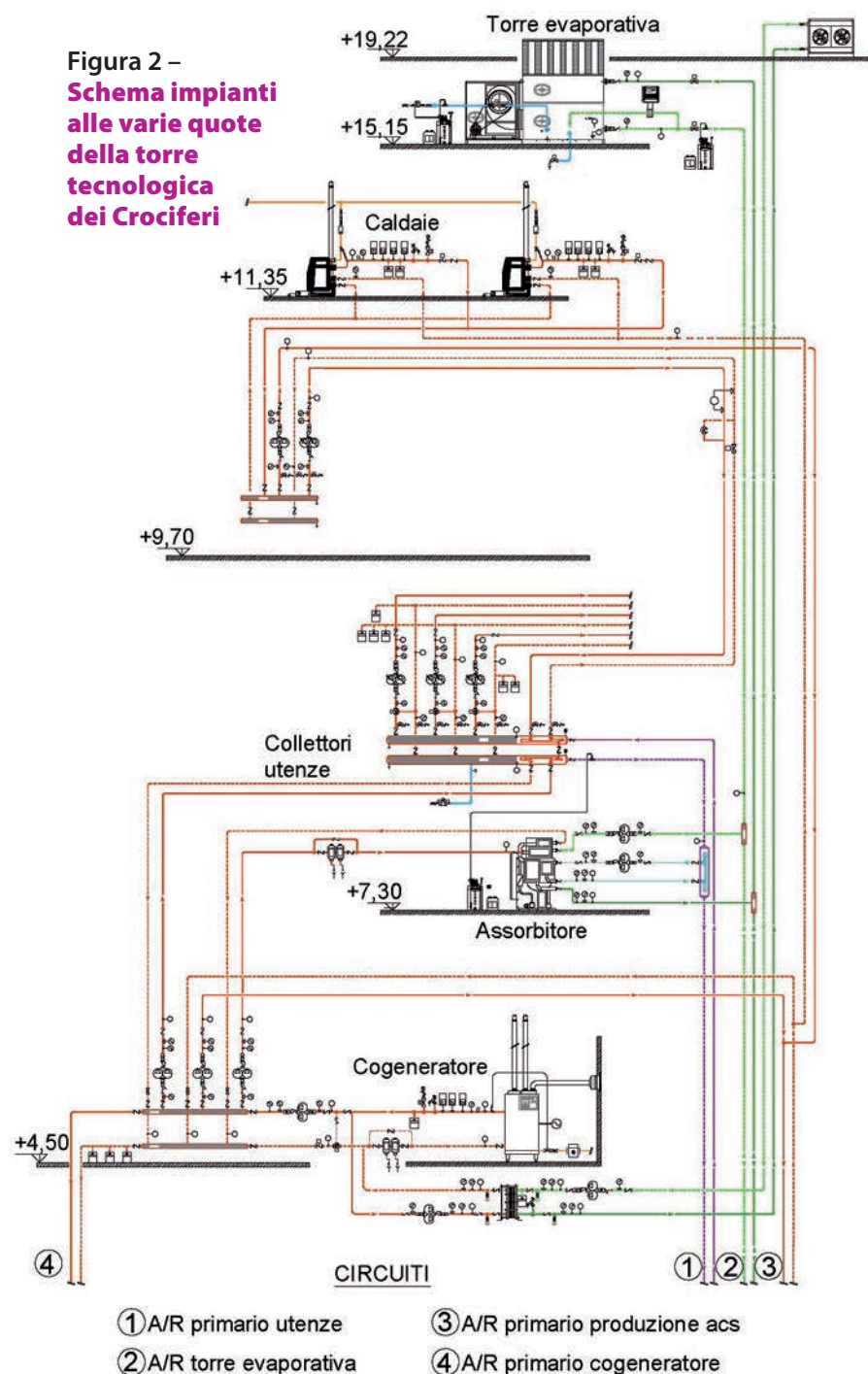
Figura 1 – **Complesso dei Crociferi**. Rio dei Gesuiti

POMPA DI CALORE CON USO DI ACQUA DI LAGUNA AI CROCIFERI

Il complesso dei Crociferi è stato fondato come convento ed ospedale alla metà del XII° secolo dall'ordine dei Crociferi in area prospiciente l'attuale Campo dei Gesuiti. Per la sua storia e valore architettonico è soggetto a pesante tutela monumentale. La parte a Sud, mostrata nella foto aerea nella pagina accanto è stata utilizzata come caserma fino al 1990 ed è attualmente interessata da un intervento che prevede come nuova destinazione d'uso residenze universitarie nonché servizi ausiliari. Il lato retrostante del complesso è bagnato dal Rio dei Gesuiti, come mostrato in Figura 1.

Descrizione del sistema edificio-impianto

Il progetto prevede la creazione di 177 appartamenti per studenti, ciascuno con due posti letto, bagno autonomo, cucina e area studio. Ulteriori 32 unità residenziali più grandi saranno riservate a professori in visita. Servizi quali lavanderia, sale riunioni, aule e sale studio saranno a disposizione degli ospiti interni. Invece i servizi di comunità: bar, ristorante per 100 coperti con relativa cucina, palestra, sala computer e biblioteca saranno aperti anche alla cittadinanza. L'impianto di climatizzazione è stato scelto per essere alimentato con acqua a bassa temperatura (40-45°C) in riscaldamento per permettere un uso soddisfacente della pompa di calore. Nelle unità residenziali sono presenti ventilconvettori mascherati nell'arredo e una ventilazione controllata con immissione nelle camere e aspirazione nei



bagni. Il sistema di ventilazione centralizzato permette un efficiente recupero termico dall'aria espulsa per preriscaldare l'aria di rinnovo. Ciascuna unità residenziale è automaticamente

esclusa dalla rete di ventilazione in assenza di persone nella stanza e il totale flusso di aria è controllato da inverter che agiscono sui motori dei ventilatori. Nelle stanze più grandi al piano terra gli impianti sono basati su ventilconvettori e distribuzione di aria primaria trattata da centrali poste nel sottotetto. In qualche area, in assenza di tutela dei pavimenti esistenti, è stato possibile installare pannelli radianti. Tuttavia l'impossibilità di un loro uso generalizzato ha impedito un livello termico dell'acqua lato utenze più favorevole (30-35°C) per la pompa di calore. Le centrali tecnologiche sono localizzate rispettivamente in una torre ristrutturata per tale scopo e in un ampio locale sotterraneo appositamente realizzato sotto un cortile. In Figura 2 si riporta l'indicazione degli impianti installati alle varie quote della torre tecnologica.

È presente un impianto di trigenerazione con un cogeneratore a turbina da 100 kW elettrici. Il calore recuperato può essere accumulato in



HEAT PUMPS FOR THE REFURBISHMENT OF MONUMENTAL BUILDINGS

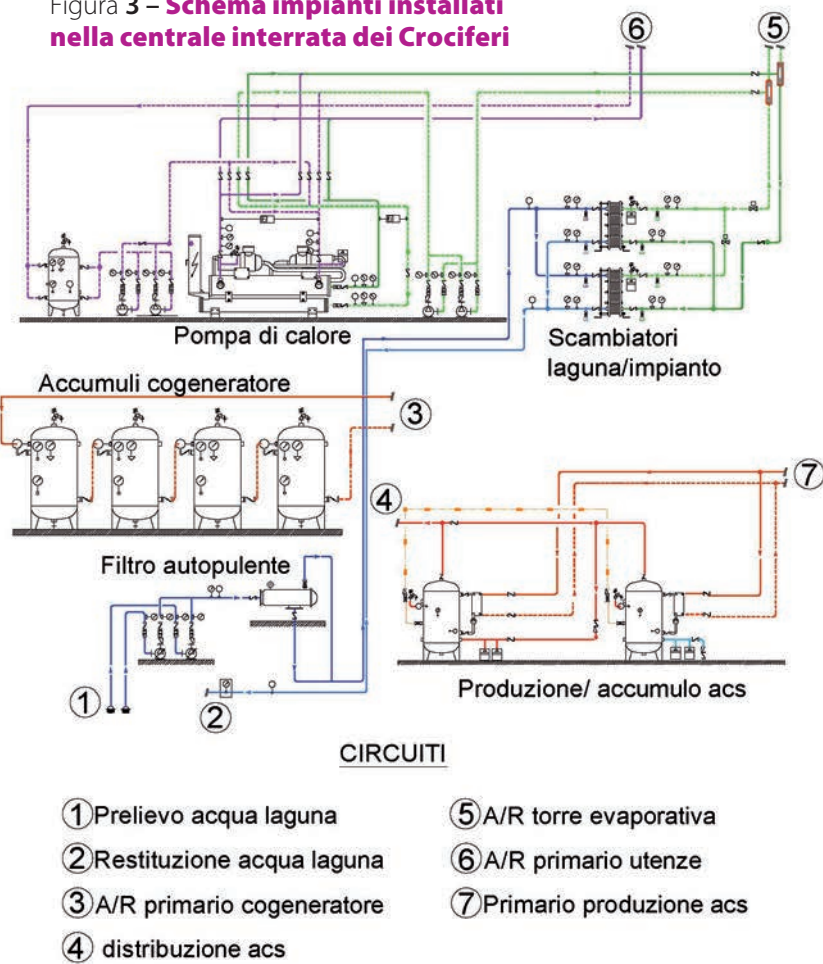
Effective conservation of historic buildings subject to monumental restrictions is realized through a re-use for modern functions. Although the sustainability of the requalification requires acceptable management costs and therefore a limitation of the energy consumptions which must be comparable with those today prescribed for new buildings. But the monumental restrictions normally prevent interventions on building envelope. Even more than in modern building, it is therefore necessary to focus the efforts on plant efficiency and exploitation of renewable sources. In this paper are described two plants just realized in the retrofitting of two historic buildings in Venice. They respectively make use of geothermal and lagoon water as renewable source of the heat pumps installed.

Keywords: **heat pump, renewable energies, energy efficiency**

quattro serbatoi d'acqua con una capacità totale di 20 m³. In inverno tale calore è utilizzato per la produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS) per la quale sono previsti due serbatoi da 2,5 m³ ciascuno e per integrare la domanda per il riscaldamento. Nel periodo estivo la priorità è rivolta alla produzione di freddo mediante un gruppo ad assorbimento con una potenza frigorifera di 110 kW e secondariamente sempre alla produzione ACS. Nella torre sono presenti anche due caldaie a condensazione da 450 kW ciascuna per eventuale integrazione al riscaldamento e produzione ACS. La pompa di calore invertibile utilizzando l'acqua di laguna è dedicata alla sola climatizzazione. L'acqua di laguna è prelevata dal Rio dei Gesuiti. Come si vede in Figura 1 il canale ha dimensioni sufficienti per assicurare una portata adeguata e il punto di prelievo è posizionato vicino all'uscita in laguna aperta. La restituzione avviene più internamente a circa 50 m di distanza. Questo è importante in quanto in Venezia un uso conveniente delle acque superficiali è in realtà possibile solo in edifici prossimi ai canali maggiori o in laguna aperta mentre nei canali minori il ricambio dell'acqua è così modesto che la saturazione termica della riserva idrica viene spesso raggiunta.

In Figura 3 sono riportati i componenti dell'impianto installati nel locale interrato. La pompa di calore elettrica ha una potenza nominale di 610 kW con salto termico dell'acqua lato evaporatore 7-4°C mentre il salto termico al condensatore per l'acqua calda prodotta è 40-45°C. In raffreddamento la potenza nominale è di 580 kW con temperatura acqua di raffreddamento con salto 30-35°C e acqua fredda prodotta con salto 12-7°C. Uno scambiatore di calore a piastre è interposto tra il circuito di prelievo dell'acqua di laguna e il circuito della pompa di calore al fine di evitare incrostazioni negli scambiatori interni alla macchina. In inverno la temperatura minima operativa per l'acqua di laguna è 8°C in ingresso e conseguentemente 5°C in uscita. Il dimensionamento dello scambiatore permette in queste condizioni appunto il salto termico 7-4°C nel circuito lato evaporatore. Questo limite è stato scelto per assicurare elevate efficienze per la macchina ed evitare la necessità di miscele anticongelanti che penalizzano le sue prestazioni. Pertanto quando la temperatura dell'acqua di laguna è inferiore a 8°C la pompa di calore non lavora e il fabbisogno termico è coperto dalle caldaie ausiliarie. Analogamente in estate il massimo salto termico per l'acqua di laguna è 27-30°C cui corrisponde il salto 30-35°C nominale sul circuito lato condensatore. Infatti la legislazione vigente impedisce un uso termico delle acque superficiali con una variazione di temperatura superiore a 3°C e una temperatura dell'acqua in uscita superiore a 30°C. Quando questi valori sono superati si interrompe il prelievo ed interviene la torre evaporativa per lo smaltimento del calore assicurando

Figura 3 – Schema impianti installati nella centrale interrata dei Crociferi



comunque il funzionamento della macchina frigorifera. Tale torre evaporativa è collocata nella parte alta della torre tecnologica ove è pure presente il dissipatore di sicurezza del cogeneratore (Figura 2). La pompa di calore invertibile ha due circuiti indipendenti di refrigerazione, ciascuno con un compressore a vite. Il fluido refrigerante è R113a. Per il confronto con la sorgente aria è stata usata un'equivalente macchina aria-acqua. Nel circuito acqua di laguna sono presenti due scambiatori a piastre, in titanio per resistere alla corrosione marina, che lavorano in alternativa per permettere una periodica pulizia senza interrompere il servizio. Gli scambiatori sono preceduti da un efficiente sistema di filtraggio autopulente dato che l'acqua di laguna nei canali è normalmente molto sporca.

Analisi delle prestazioni della pompa di calore

A Venezia il periodo di riscaldamento va dal 15 ottobre al 15 aprile, il condizionamento è normalmente in funzione tra giugno e settembre. La valutazione delle prestazioni stagionali è stata ottenuta per mezzo della simulazione del sistema edificio-impianto per tre inverni, dal 2004-2005 al 2006-2007 e 4 estati dal 2004 al 2007. I dati meteorologici necessari per l'analisi sono stati forniti da stazioni meteorologiche locali. In particolare i valori della temperatura dell'acqua di laguna provengono da una centralina di registrazione in prossimità del Rio dei Gesuiti. Questa sequenza meteorologica presenta due inverni più freddi della media

seguiti da un terzo inverno nettamente più mite. Le quattro estati sono piuttosto simili. Nelle Figure 4a e 4b gli andamenti delle temperature dell'acqua e dell'aria esterna sono riportati per l'estate 2007 e l'inverno 2006-07 rispettivamente. Il confronto mostra l'effetto dell'inerzia termica che riduce le oscillazioni orarie della temperatura rispetto all'aria esterna. Comunque i livelli termici dell'acqua appaiono meno favorevoli e più variabili del previsto se confrontati con la temperatura di pozzo (costante a 13-14°C) o dell'acqua marina fuori costa. L'effetto penalizzante dovuto alla limitata circolazione delle correnti marine è certamente importante. Questo è particolarmente evidente in estate quando nel periodo più caldo l'acqua di laguna arriva oltre i 27°C, come mostrato in Figura 4a, imponendo così l'uso alternativo della torre evaporativa. Invece nell'inverno 2006-07 (Figura 4b) la temperatura dell'acqua non va mai sotto il limite operativo di 8°C. Comunque nei due precedenti inverni freddi le ore di arresto della pompa di calore furono rispettivamente il 12% e il 13% del totale ammontare delle ore di funzionamento. Nelle quattro estati lo

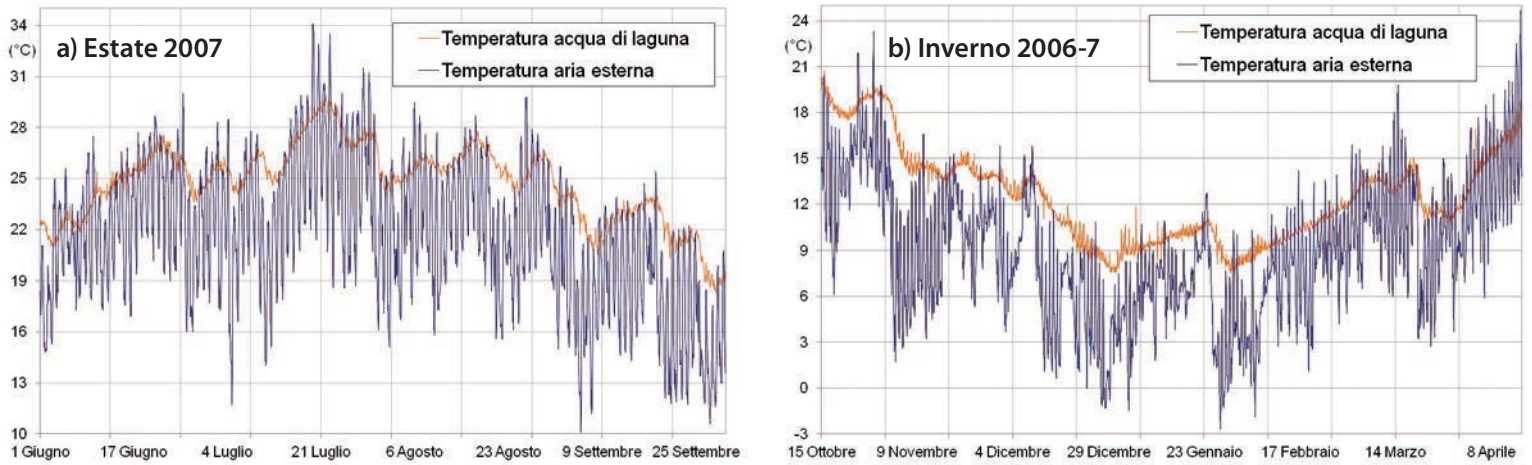


Figura 4 – Temperature dell'aria esterna e dell'acqua di laguna

stesso valore a livello stagionale è fra 1% e il 6%.

Con la simulazione si è proceduto ad un confronto fra tre possibili alternative per la produzione del caldo e del freddo richiesti per la climatizzazione: pompa di calore assistita da acqua di laguna e integrata da torre evaporativa e caldaie a condensazione, pompa di calore con sorgente aria, infine la soluzione tradizionale con sole caldaie a condensazione e un refrigeratore d'acqua raffreddato ad aria.

Dettagli sulla modellazione dei componenti dell'impianto sono disponibili in bibliografia (Schibuola e Tambani, 2012).

Le simulazioni stagionali hanno fornito un'efficienza media calcolata come rapporto tra il totale calore (o freddo) fornito e il totale consumo elettrico della pompa di calore nello stesso periodo. Per la modalità riscaldamento questa efficienza media è indicata come SPF (Seasonal Performance Factor) come chiamata nella direttiva EPBD e ripresa dal D.Lgs. 28/2011. Per la modalità condizionamento tale efficienza è usualmente chiamata Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) nella letteratura tecnica. Un altro importante indice di efficienza è il

rapporto energie primarie (REP) che è il rapporto fra l'energia fornita e il consumo di energia primaria dell'impianto ausiliari compresi. Per calcolare questo consumo di energia primaria è stato usato il valore ufficiale italiano 2,22 del fattore di conversione dell'energia elettrica all'utente finale in consumo effettivo di energia primaria in centrale termoelettrica. Nel caso della pompa di calore abbinata all'acqua di laguna si è tenuto conto dei contributi in inverno delle caldaie a condensazione ausiliarie e l'uso della torre evaporativa in estate. Nelle Figure 5a e 5b questi indici ed efficienze stagionali sono riportati rispettivamente per i periodi estivi ed invernali analizzati. REPh

Figura 5 – SPF e REP su base stagionali degli impianti confrontati

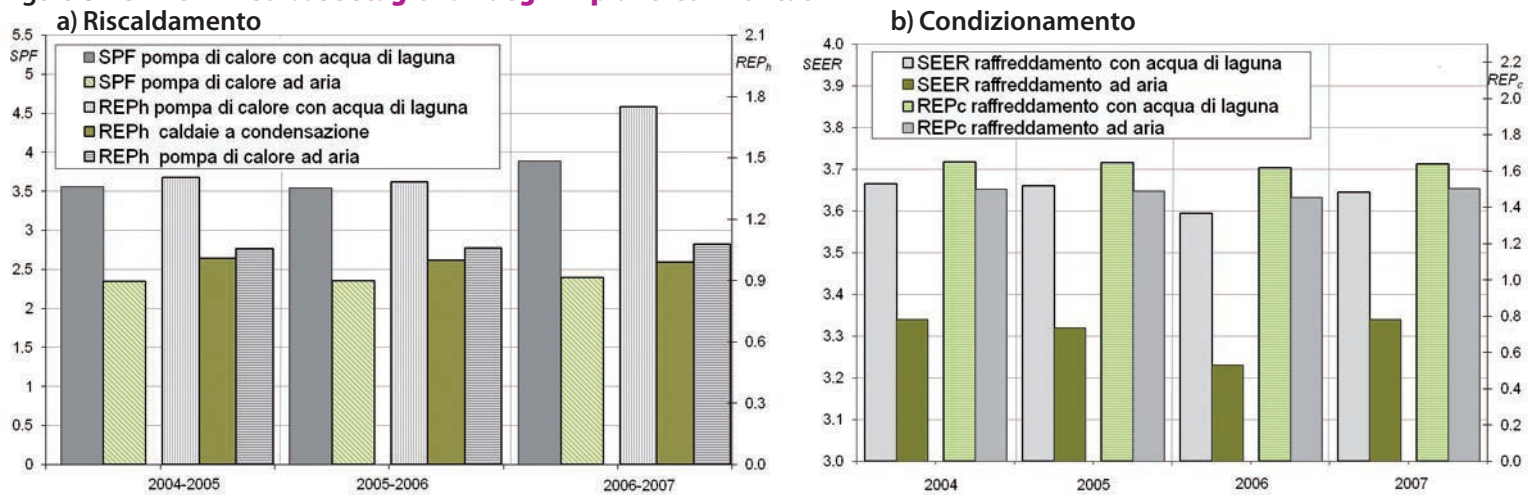
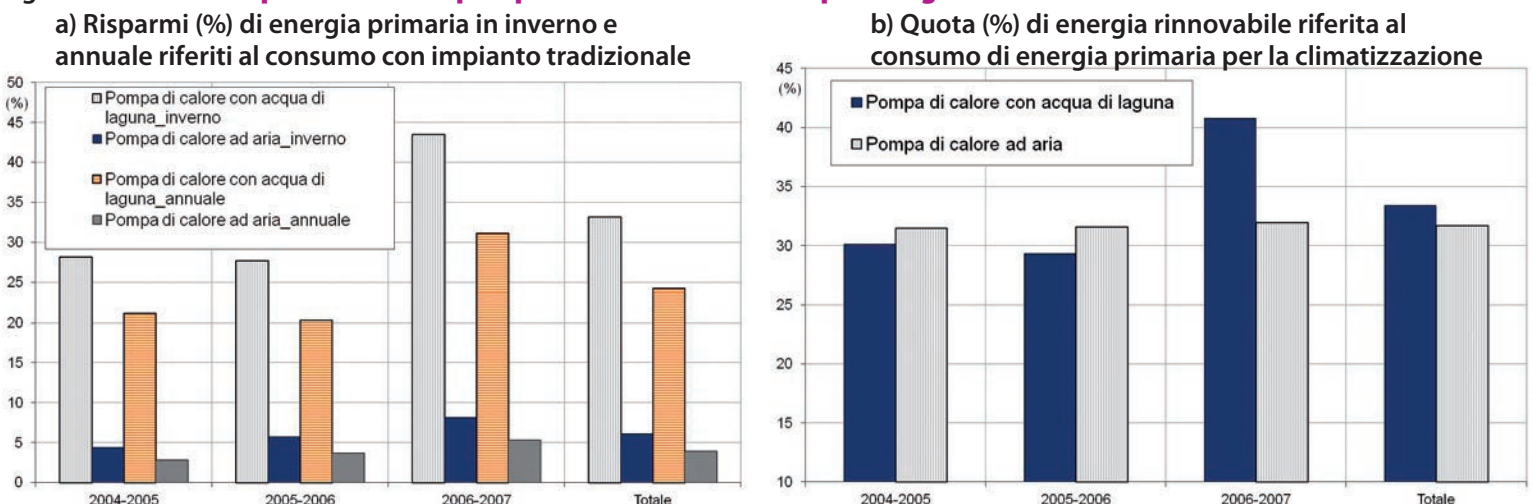


Figura 6 – Confronto prestazioni tra pompa di calore ad aria o acqua di laguna riferite a tre anni



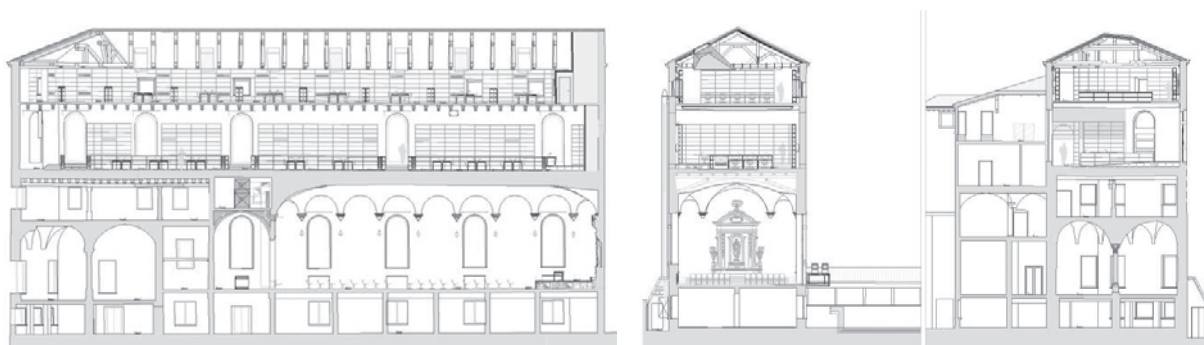


Figura 7 – Viste del progetto di ristrutturazione dell'ala Sud. Sezione longitudinale a sinistra e sezioni trasversali a destra

è riferito al riscaldamento mentre REPC al condizionamento. La simulazione indica una netta superiorità con l'acqua di laguna specialmente durante il periodo invernale dovuta al più favorevole livello termico. La Figura 6a mostra un confronto tra i risparmi di energia primaria con le due pompe di calore nel periodo invernale e annuale per tre anni. Il risparmio è riferito al consumo di energia primaria per la climatizzazione nel caso di impianto tradizionale con caldaie a condensazione e refrigeratori raffreddati ad aria. I risparmi sono più rilevanti in inverno e pertanto i valori annuali attenuati dal comportamento estivo. A livello annuale il risparmio energetico e quindi anche la corrispondente riduzione di emissioni di gas climalteranti si è sempre mantenuta sopra il 20% con una media sui tre anni maggiore del 24%. Le quote di energie rinnovabili riferite alla totale domanda per la climatizzazione sono confrontate in Figura 6b per le due pompe di calore. Tale computo è svolto come attualmente previsto dal D.Lgs. 28/11 e cioè valutando solo l'energia prelevata dalla pompa di calore dall'aria o dall'acqua in fase riscaldamento. In termini di contributo di energia rinnovabile la pompa di calore ad aria avrebbe pure prestazioni elevate, poiché il suo funzionamento non ha limitazioni. Al contrario una bassa temperatura dell'acqua di laguna impone l'intervento delle caldaie a condensazione che non sfruttano l'energia rinnovabile. Nondimeno con l'acqua di laguna la quota annuale di energia rinnovabile risulta sempre sopra il 25% con una media del 33% nei tre anni. In realtà poi nel nostro caso il D.Lgs. 28/11 prevede che la quota di rinnovabile con la pompa di calore ad aria non possa essere considerata risultando nei tre anni SPF sempre inferiore al valore limite 2,87 ($2,87 = 1,15 \cdot 2,5$) assumendo pari a 2,5 il rapporto di conversione energia elettrica ottenuta in energia primaria consumata, attuale media a livello UE sulla base dei dati Eurostat.

POMPA DI CALORE GEOTERMICA AI TOLENTINI

L'edificio costituisce l'ala Sud dell'ex convento dei Tolentini commissionato dai Padri Teatini sul finire del 1500, ma con l'arrivo di Napoleone passa al demanio e diventa prima caserma, e infine deposito.

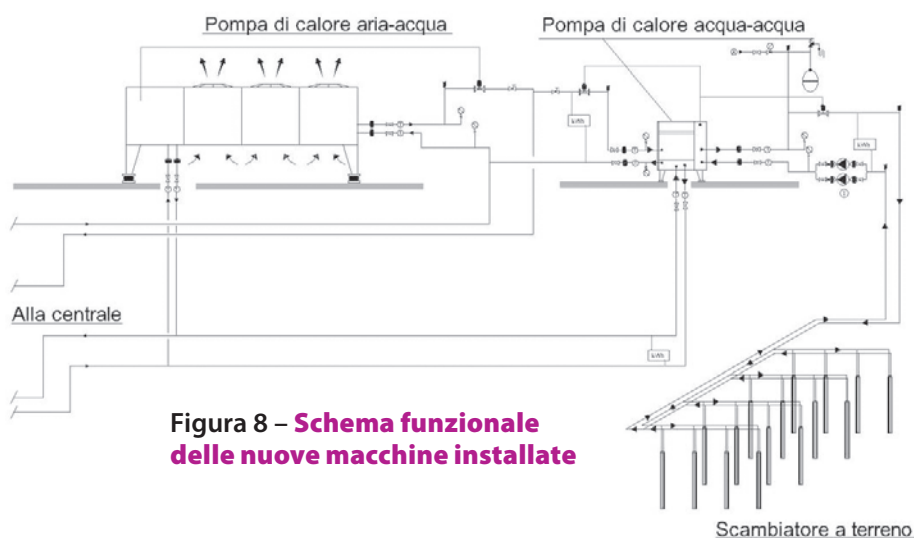
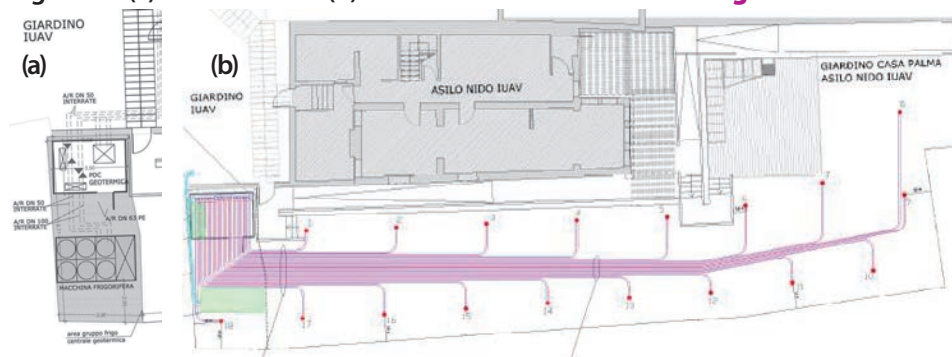


Figura 8 – Schema funzionale delle nuove macchine installate

Figura 9 – (a) Le macchine. (b) Distribuzione delle sonde nel giardino dell'asilo



A partire dagli anni 50 del secolo scorso, l'immobile viene affidato all'Università IUAV per diventare la sua sede principale. Lo spostamento dell'attività didattica in altri edifici ha permesso oggi di pianificare un intervento di trasformazione dei piani secondo e terzo già adibiti ad aule, in sale di lettura della biblioteca ripristinando l'antica destinazione di queste aree nel convento.

Descrizione del sistema edificio-impianto

La parte più significativa dell'intervento si riferisce all'adeguamento impiantistico che in un edificio soggetto a forte tutela come questo è sottoposto a stringenti obblighi. Tale intervento impiantistico interessa tutti i piani dell'ala Sud riportati in Figura 7. La nuova dotazione impiantistica prevede la realizzazione di un impianto ad aria primaria e ventilconvettori mascherati nell'arredo per le sale di lettura ed un impianto a tutta aria

per l'aula magna del piano primo. La produzione del freddo avverrà mediante due pompe di calore invertibili funzionanti in parallelo (Figura 8). Nel periodo estivo è previsto un recupero parziale dai condensatori dei gruppi frigoriferi per assicurare i post riscaldamenti delle centrali di trattamento dell'aria, limitando così la necessità di funzionamento delle caldaie esistenti. Le macchine sono installate nel giardino adiacente all'asilo aziendale (Casa Palma) dello IUAV vista l'assoluta indisponibilità di altre aree (Figura 9a). Uno dei gruppi è del tipo aria/acqua, con una potenza nominale in raffreddamento di 174 kW (183 kW in riscaldamento). La priorità di funzionamento è comunque alla seconda macchina del tipo

acqua-acqua, con potenza nominale in raffreddamento pari a 41 kW in raffreddamento (50 kW in riscaldamento). In entrambi in casi si tratta di macchine con compressori multipli di tipo scroll e refrigerante R410a. Questo secondo gruppo frigorifero è accoppiato ad uno scambiatore a terreno con sonde geotermiche verticali. Tali sonde sono installate sempre nel giardino in prossimità alla macchina cui sono collegate (Figura 9b).

Il funzionamento della due macchine in pompa di calore nel periodo invernale è, in caso di necessità, integrato dalla centrale termica esistente. La ridotta potenza del gruppo acqua-acqua rispetto alla potenza totale installata è conseguenza delle limitazioni imposte per la realizzazione dello scambiatore a terreno. Anzitutto l'esiguità dell'area disponibile. Inoltre l'assoluta cautela, da parte degli enti preposti al rilascio

dei permessi, nell'autorizzare qui l'impiego della geotermia, essendo una tecnologia nuova per una realtà fragile come quella veneziana. Questo ha portato ad una precisa indicazione di limitare a 40 m la profondità delle sonde. Occorre aggiungere che buona parte della potenza di picco installata è conseguenza della richiesta dell'aula magna (250 posti) che però è in funzione molto saltuariamente per cui nel funzionamento ordinario buona parte del fabbisogno è coperto con continuità dalla macchina più piccola. Alla fine lo scambiatore a terreno è costituito da 18 sonde disposte come indicato in Figura 9b con passo minimo di 4 m. Le sonde sono del tipo a doppia U in PE 100 con diametro DN 32. Le tubazioni di collegamento ai collettori di distribuzione sono in PE Xa DN 40 isolate.

Prestazioni dell'impianto geotermico

Lo studio preliminare mediante simulazione dinamica ha comunque analizzato scelte differenti riguardanti le dimensioni, passo e profondità, caratteristiche delle sonde e di regolazione (on-off o modulante) della macchina proprio per affrontare il problema dell'ottimizzazione con un

approccio generale per evidenziare le possibilità e i limiti di applicazione della geotermia in Venezia. Si rimanda alla bibliografia (Schibuola et al., 2011) per una descrizione dettagliata dell'analisi svolta e della necessaria modellazione soprattutto per quanto riguarda lo scambiatore a terreno (Zarrella et al., 2011). Le simulazioni hanno evidenziato un' apprezzabile stabilizzazione delle prestazioni verificata su un arco di sette anni. Tale effetto è dovuto all'effetto di bilanciamento tra i flussi termici estivi ed invernali interessanti lo scambiatore geotermico, ma il rapido riequilibrio termico è certamente agevolato dall'elevata umidità del terreno riscontrata sia dalle analisi stratigrafiche svolte nell'area che dagli esiti del Ground Response Test. Di grande importanza anche se di difficile e quindi ancora incompleta investigazione è la presenza di un sistema multi falda caratterizzato da acquiferi in rapporto diretto con le oscillazioni di marea e i fenomeni di intrusione marina. Nella Figura 10 si riporta un confronto tra SPF e SEER con diverse scelte progettuali valutati considerando anche il consumo della pompa di circolazione dello scambiatore a terreno.

I risultati presentati evidenziano una forte

Figura 10 – Confronti tra SPF e SEER per diverse scelte progettuali

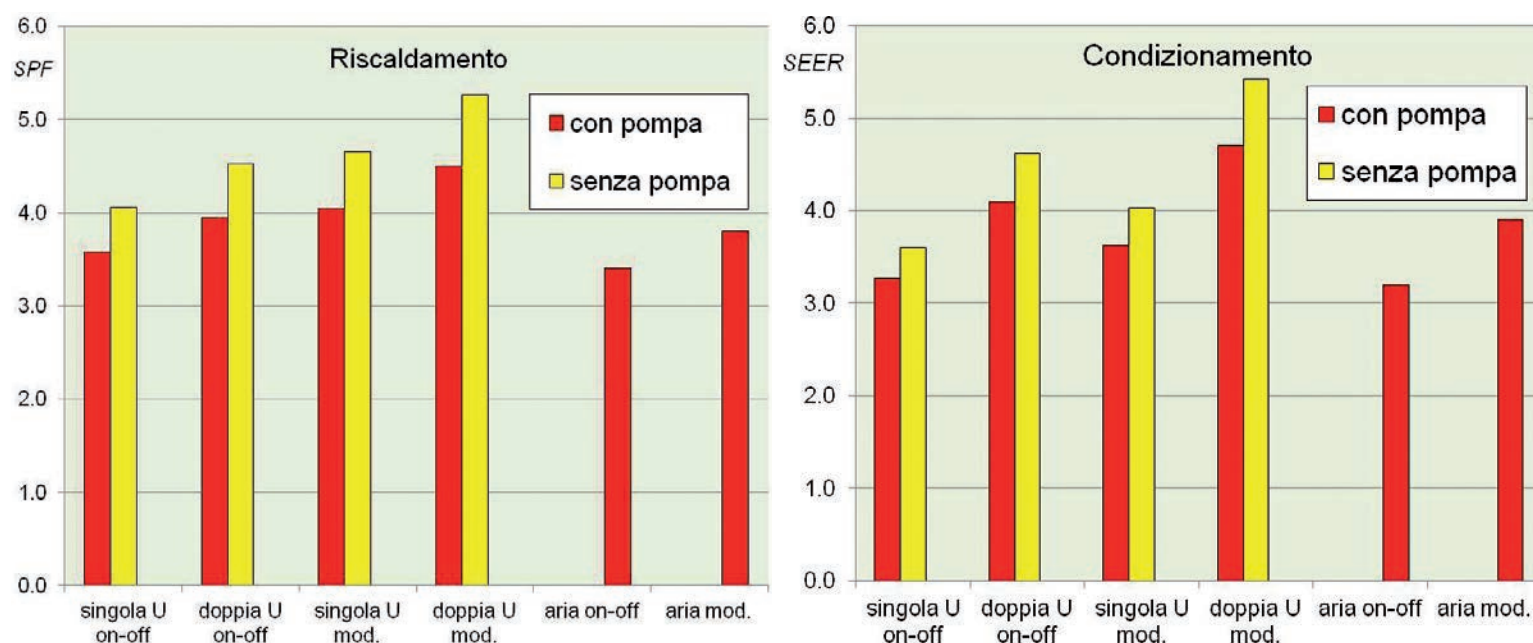
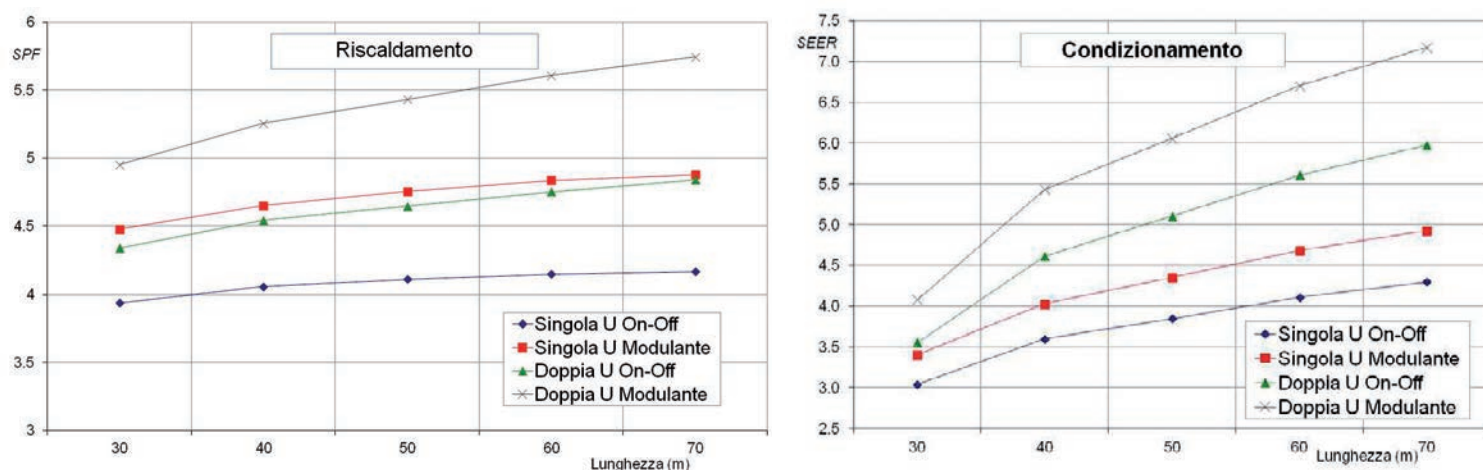


Figura 11 – SPF e SEER al variare della lunghezza delle sonde



influenza delle scelte sulle prestazioni finali con netti miglioramenti con la sonda a doppia U ed una regolazione modulante della potenza della macchina. Nel periodo invernale gli SPF sono sempre compresi tra 4 e 5,3 mentre in estate SEER è compreso tra 3,6 e 5,4. Considerando il consumo della pompa del circuito dello scambiatore a terreno SPF si riducono tra 3,6 e 4,5 mentre i SEER tra 3,3 e 4,7. La simulazione con macchine del tipo aria-acqua esattamente identiche alle precedenti a parte l'uso dell'aria esterna come sorgente fredda/dissipatore ha fornito a livello stagionale rispettivamente un SPF pari a 3,4 e un SEER di 3,2 con la regolazione on-off. Con la modulante un SPF di 3,8 e un SEER di 3,9. Il confronto è quindi a favore delle prestazioni dell'impianto geotermico per quanto riguarda il risparmio energetico. In Figura 11 viene presentata l'influenza della profondità delle sonde. Il miglioramento legato all'aumento della superficie di scambio risulta nel nostro caso vistoso con riferimento alle prestazioni stagionali dell'impianto.

L'opportunità viene poi pienamente sfruttata proprio in presenza di quei componenti che risultano maggiormente performanti e cioè la sonda a doppia U e la regolazione modulante come si evince dal notevole aumento della pendenza delle curve specie nel caso estivo. L'esigenza di usare aree piuttosto limitate nella realizzazione degli scambiatori non risulta avere effetti molto penalizzanti dato il livello di saturazione dell'acqua negli strati che permette un rapido riequilibrio dello stato termico anche in presenza di passi limitati. Viceversa l'aumento della lunghezza delle sonde dell'impianto fino a 70-100 m, valori abbastanza consueti per gli impianti geotermici realizzati nella terraferma, può permettere di incrementare decisamente l'efficienza dell'impianto. È quindi la superficie di scambio il parametro su cui si deve puntare per un ulteriore miglioramento. Da questo punto di vista è opportuno adoperarsi presso le autorità preposte affinché superino la loro attuale ritrosia, decisamente ingiustificata, permettendo di installare anche a Venezia sonde di profondità maggiore.

CONCLUSIONI

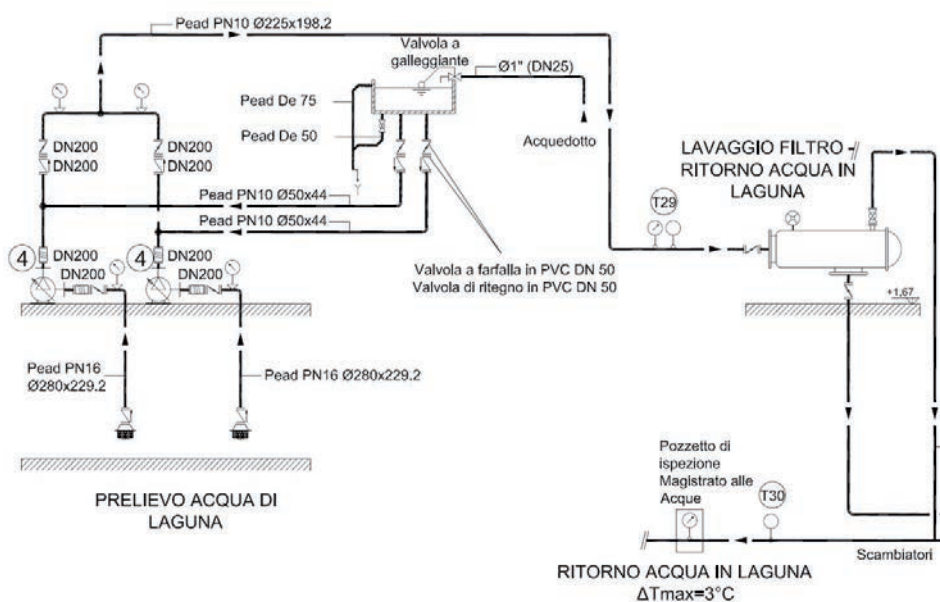
L'impiego della pompa di calore nella riqualificazione energetica di edifici soggetti a tutela può permettere il ricorso ad energie rinnovabili e il conseguimento di elevate efficienze impiantistiche anche in realtà particolarmente difficili come il centro storico di Venezia. In questo caso è il ricorso, quando possibile, all'acqua di laguna o l'uso di sonde geotermiche che si candidano come tecnologie in grado di migliorare decisamente le prestazioni della macchina permettendo a volte anche di superare le barriere architettoniche o tecniche incontrate da altre possibili soluzioni. Lo

studio svolto mediante simulazione ha evidenziato poi coefficienti di prestazioni stagionali decisamente interessanti dal punto di vista energetico e dei costi di gestione. Il risparmio energetico è oltre il 20% con riferimento a impianti tradizionali e nettamente superiore a quello previsto con la pompa di calore ad aria. In questo modo anche gli interventi di recupero di edifici monumentali possono contribuire a centrare l'obiettivo 20-20-20 entro il 2020 indicato dal parlamento europeo. ■

Collettori di distribuzione circuito sonde geotermiche



Schema circuito prelievo acqua di laguna Crociferi



BIBLIOGRAFIA

- Crawley, B. D., Lawrie, K. L., Winkelmann, F. C., Pedersen C.O. 2001. EnergyPlus: new capabilities in a whole-building energy simulation program. Proceedings of the 7th International Conference of the International Building Performance Simulation Association (IBPSA), Rio de Janeiro, Brasile, 2001.
- Decreto Legislativo n. 28, 2011. Attuazione delle direttive 2009/28/CE/ sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. Gazzetta Ufficiale 28/3/11 n.71
- Schibuola L., Scarpa M., Tambani C., Zarrella A. 2011. Prestazioni di un impianto geotermico a Venezia. Atti 66° congresso nazionale ATI Cosenza.
- Schibuola L., Tambani C. 2012. Renewable Energy sources for historic buildings: the Crucifers Convent in Venice. Proceedings of the 4th International Congress of Ecoarchitecture, Wessex Institute of Technology, UK.
- Zarrella A, Scarpa M, De Carli M. 2011. Short time step analysis of vertical groundcoupled heat exchangers: the approach of CaRM. Renewable Energy, Vol. 36, 2357-2367



MCE 2014

GLOBAL COMFORT TECHNOLOGY 39[^] Mostra Convegno Expocomfort fieramilano 18-21 Marzo/March 2014

MCE è il luogo di incontro ideale dell'intera filiera produttiva e distributiva delle soluzioni per il comfort abitativo. A disposizione di un pubblico diversificato e altamente specializzato proveniente da tutto il mondo, la vetrina di eccellenza di tutte le tecnologie più innovative nei settori dell'idrotermosanitario, dei sistemi di climatizzazione e delle energie rinnovabili. L'evento mondiale in cui convergono business e aggiornamento professionale, innovazione e sviluppo, nuove relazioni e opportunità di crescita.

CALDO · HEATING

FREDDO · COOLING

ACQUA · WATER

ENERGIA · ENERGY

www.mceexpocomfort.it



in collaborazione con / in cooperation with





Centrale termofrigorifera con pompe di calore idrotermiche nel Museo

Il Museo Egizio di Torino è stato sottoposto ad un progetto di riqualificazione che ha previsto l'installazione di una nuova centrale per la produzione combinata di energia termica e frigorifera con gruppi frigoriferi funzionanti in pompa di calore ad acqua di falda integrati da caldaie a condensazione di tipo tradizionale

*di Massimo Rapetti, Giorgio Bo ed Elena Favero **

IL MUSEO DELLE ANTICHITÀ EGIZIE DI TORINO, meglio conosciuto semplicemente come Museo Egizio di Torino, è considerato, per l'importanza dei reperti, tra i più importanti del mondo con il British Museum di Londra e secondo solo a quello del Cairo. Il museo,

aperto nel 1824, è situato all'interno del Palazzo del Collegio dei Nobili, e si trova nella zona dei luoghi di comando del governo sabauda. Si tratta di tre blocchi edilizi alti con caratteri coerenti tra loro e di un corpo edilizio più basso (manica Schiaparelli)

che, nel loro insieme, definiscono una corte interna di forma rettangolare allungata. Oltre al Museo l'edificio accoglie l'Accademia delle Scienze ai piani superiori di una delle maniche.

TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE PREVISTE NELLA STRUTTURA

La tipologia degli impianti di climatizzazione al servizio dei vari ambienti del Museo è stata fortemente influenzata dalle caratteristiche dell'edificio. L'impossibilità di realizzare canalizzazioni di distribuzione di rilevante dimensione ha portato in modo diffuso alla scelta di impianti di tipo misto, lasciando all'aria primaria il compito di garantire il controllo della ventilazione degli ambienti, dell'umidità relativa e limitare le infiltrazioni dall'esterno mantenendo i locali trattati in pressione, demandando ai terminali in ambiente la copertura dei carichi termici positivi e negativi. Le tipologie prescelte sono:

- ambienti espositivi, aule per didattica, biglietteria e bookshop: impianti a pannelli radianti a pavimento per riscaldamento e raffrescamento, aria primaria trattata con unità di trattamento aria remote;
- magazzini depositi e laboratori: impianti a tutt'aria;
- biblioteca, caffetteria e sale audiovisivi: impianti a ventilconvettori e aria primaria;

- uffici e locali di servizio: impianti di raffrescamento e riscaldamento con ventilconvettori;
 - servizi igienici e spogliatoi: impianti di riscaldamento a radiatori;
 - Accademia delle Scienze: manica di edificio servita dalla centrale termofrigorifera del Museo, con radiatori e ventilconvettori alimentati ad alta temperatura.
- Si può osservare che la gran parte degli impianti di climatizzazione sono caratterizzati da componenti adatti per il funzionamento con acqua calda a bassa temperatura (45/40°C) quali impianti radianti a pavimento, ventilconvettori e batterie di unità di trattamento aria e quindi facilmente alimentabili con sistemi a pompa di calore. Ciò ha indubbiamente agevolato la scelta di impiegare tali sistemi per l'alimentazione delle utenze di climatizzazione del museo. Il controllo della temperatura e dell'umidità relativa viene effettuato in ogni sala per garantire la corretta conservazione dei manufatti.

Il progetto di riqualificazione, necessario per l'adeguamento ai più moderni standard museali, spazia dal rimodernamento delle esposizioni alla ristrutturazione del palazzo. Da una parte sono previsti il completo rinnovamento e risanamento della struttura nonché l'ampliamento degli spazi espositivi, dall'altra l'ammodernamento degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva. Data la natura e la particolare visibilità dell'intervento, di comune accordo con la committenza, è stato ritenuto fondamentale adottare accorgimenti in grado di massimizzare l'efficienza e la sostenibilità degli impianti tecnici a servizio del Museo. In questo contesto si inserisce la realizzazione della nuova centrale termica e frigorifera, volta a soddisfare i requisiti del recente D.Lgs 28/2011 che recepisce la direttiva Europea 2009/28/

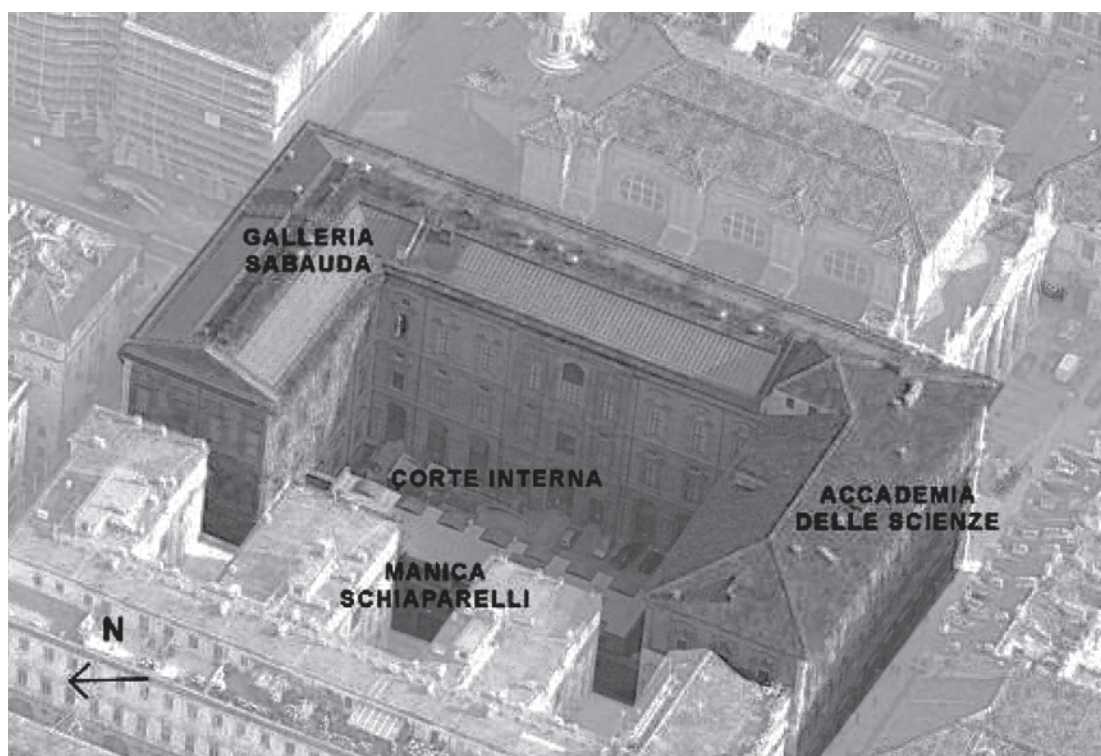


Figura 1 – Inquadramento architettonico dell'opera



REQUALIFICATION OF THE MUSEUM OF EGYPTIAN ANTIQUITIES OF TURIN: THE NEW COOLING AND HEATING PLANT WITH GROUND WATER HEAT PUMPS

The Museum of Egyptian Antiquities in Turin is considered second only to the one in Cairo for its importance. The museum is currently subject to a substantial requalification project involving the complete renovation and restoration of the structure as well as the expansion of the exhibition spaces, as well as the modernization of HVAC&R plants. Heart of the HVAC system is constituted by a brand new plant for the combined production of heating and cooling energy with GWHP units, and integration with traditional boilers. The design of the plant was conducted to satisfy the requirements of Italian decree DL 28/2011 which transposes the European Directive 2009/28/EC (RES). This standard requires for buildings being renovated to use at least 20% renewable energy to cover the consumption of heating and cooling capacity, and electricity starting from May 31st 2012. This limit is increased to 30%

in the case of public buildings. A comprehensive study of the variation of energy demand for winter heating and summer cooling throughout the day and of response behavior of the GWHPs has allowed the design team to correctly define the construction and functional characteristics of the heat pumps in particular and of the system as a whole; to solve the important problems of ground water withdrawal, limited by environmental constraints and local regulations; and to optimize the reliability and the energy behavior of the HVAC system as a whole in order to greatly exceed the threshold imposed by the decree. Complex problems of integration of a modern plant into an existing structure have also been addressed and successfully solved. The plant was started in June 2013 and is currently serving the first part of renovation of the Museum.

Keywords: Museum of Egyptian Antiquities, requalification project, HVAC system, GWHP units

CE. L'art. 11 di tale decreto impone infatti l'obbligo di integrazione con fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e negli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti. L'allegato 3 di tale decreto quantifica l'entità di tali vincoli stabilendo che gli impianti termici devono garantire la copertura tramite fonti rinnovabili di una percentuale relativa alla somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento variabile tra il 20% ed il 50% in relazione alla data di rilascio del titolo edilizio.

Al fine di rispettare appieno questi requisiti, è stata proposta la realizzazione di una centrale per la produzione integrata e interconnessa di energia termica e frigorifera costituita da gruppi frigoriferi funzionanti in pompa di calore che utilizzino come fonte termica acqua di falda prelevata dal sottosuolo. A questo proposito si deve evidenziare che l'installazione di macchine ad aria non sarebbe stata possibile, non solo considerando gli spazi a disposizione, ma anche tenendo in considerazione aspetti di carattere acustico, in quanto il museo si trova nel centro storico della città di Torino.

Carichi termici e simulazione dell'andamento annuale

Al fine di progettare e dimensionare correttamente la centrale frigorifera, nonché verificare la copertura dei requisiti del D. Lgs 28/2011, sono stati calcolati i carichi termici e frigoriferi di picco dell'edificio ed è stato studiato nel dettaglio l'andamento dei carichi nel corso delle varie ore dell'anno (simulazione effettuata con metodo discretizzato basato sul "test reference year" ASHRAE).

La produzione di acqua calda è suddivisa su due livelli termici a seconda dell'utilizzo:

- Acqua calda ad alta temperatura 75 – 65°C:
 - Impianti esistenti nell'ala dell'Accademia delle Scienze.
 - Produzione di acqua calda sanitaria (ACS).
- Acqua calda a bassa temperatura 45 – 40°C:
 - Impianti di nuova realizzazione a pannelli radianti a pavimento e ventilconvettori.
 - Trattamento aria primaria di ventilazione.

I livelli termici dell'acqua di falda misurati sono i seguenti:

- Periodo invernale: 14,5°C
- Periodo estivo: 15°C

Il massimo carico termico invernale, calcolato per l'intero edificio (compresa l'Accademia delle Scienze), ha fornito i risultati evidenziati in Tabella 1.

La produzione di acqua refrigerata è invece prevista ad un solo livello termico pari a 7 – 12°C. Il massimo carico frigorifero estivo contemporaneo calcolato per l'intero edificio ha fornito i risultati esposti in Tabella 2.

Per determinare il consumo di energia per il riscaldamento e la climatizzazione del progetto in esame sono state effettuate diverse simulazioni basate sui dati climatici Test Reference Year (rif.

Tabella 1 – Carichi termici di progetto

	Circuiti bassa temperatura [kW] 50 – 45°C	Circuiti alta temperatura [kW] 75 – 65°C
Trasmissione	451	231
Ventilazione	1025	-
Produzione ACS	-	120
TOTALE	1500	340

Tabella 2 – Carichi frigoriferi di progetto

	Circuiti acqua refrigerata [kW] 7 – 12°C
Trasmissione	83
Radiazione	175
Endogeno	704
Ventilazione	638
TOTALE	1600

Figura 2 – Variazione dei carichi termici e frigoriferi richiesti dalla struttura

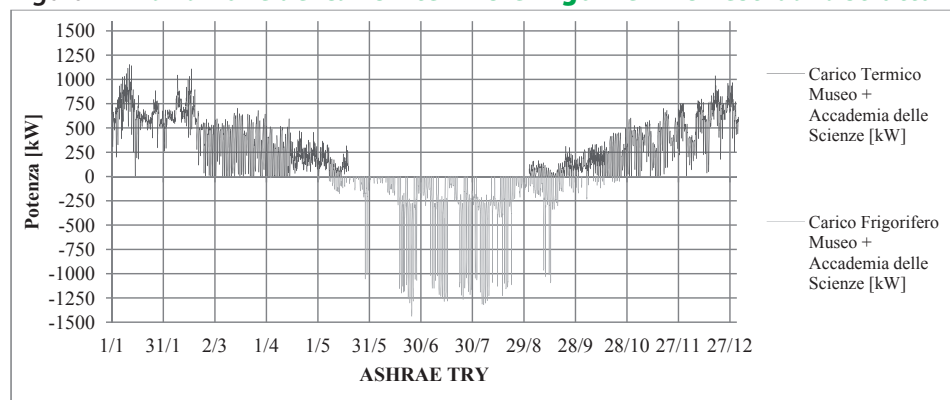


Tabella 3 – Ripartizione energia per climatizzazione

	Energia per condizionamento invernale ed estivo [MWh]	Percentuale [%]
Riscaldamento a bassa temperatura	2187	71
Riscaldamento ad alta temperatura	162	5,2
Raffrescamento	731	23,7
TOTALE	3080	

TRY – Dati meteo convenzionali per il Comune di Torino – fonte: ASHRAE Test Reference Year). Partendo dai carichi termici e frigoriferi calcolati, sono stati ricostruiti gli andamenti dei carichi durante il corso dell'anno.

In Figura 2 è illustrato l'andamento stimato dei carichi termici e frigoriferi relativi al Museo Egizio e all'Accademia delle Scienze: nelle simulazioni non si è tenuto conto dell'energia termica relativa ai post-riscaldi e alla produzione di acqua calda sanitaria. Si è inoltre ipotizzato che l'impianto di ventilazione dell'aria fosse attivo senza interruzioni nelle aree espositive e nei depositi, ed attivo solo durante gli orari di apertura per tutte le altre zone (uffici, biblioteche, sale lettura ecc).

Il grafico di Figura 2 mette in luce i seguenti punti:

- La produzione di energia termica, comprensiva della quota ad alta temperatura e quella

a bassa temperatura, è predominante rispetto a quella di energia frigorifera (cfr. fig. 3 e tab 3).

- L'impianto è caratterizzato dalla necessità di fornire, nei mesi di maggio, settembre ed ottobre, contemporaneamente energia termica e frigorifera.

Con queste premesse, è risultato evidente come la centrale di produzione energetica debba essere in grado di fornire contemporaneamente alla struttura sia energia termica che frigorifera. Inoltre, la natura dell'intervento è tale che, anche nei mesi invernali, sia necessario contemporaneamente raffreddare e riscaldare ambienti diversi: si pensi infatti al caso in cui in una sala espositiva

entri improvvisamente un gruppo elevato di persone, modificando in maniera repentina la condizioni di carico interno. Pertanto, è fondamentale creare un impianto in grado di realizzare trasferimento di calore dagli ambienti da riscaldare a quelli da raffrescare (la tecnica del trasferimento di calore consiste nel prelevare calore dall'edificio raffrescando gli ambienti che ne hanno necessità per fornirlo a quelli che invece devono essere riscaldati).

Tenuto conto di questi aspetti e per rispettare i requisiti del decreto 28/2011, è stata proposta la seguente impostazione progettuale:

- N. 3 gruppi frigoriferi del tipo acqua-acqua con compressori a vite, di cui uno di riserva, funzionanti con acqua di falda, funzionanti in pompa di calore, di potenza pari a 860 kW frigoriferi e 850 kW termici cadauno (il valore quasi equivalente di potenza termica e frigorifera delle macchine frigorifere è dovuto alle diverse condizioni di progetto, come spiegato nel seguito dell'articolo).
- N. 2 caldaie a gas a condensazione del tipo tradizionale a basamento, di potenza pari a 850 kW cadauna.

La circuitazione della centrale è stata ideata in modo tale da rendere possibile utilizzare la contemporanea produzione di acqua calda e acqua refrigerata utilizzabile dalle utenze nella stagione invernale, mentre nella stagione estiva è prevista la produzione di sola energia frigorifera. Le caldaie serviranno a:

- Coprire i carichi termici dei circuiti ad alta temperatura dell'Accademia delle Scienze.
- Garantire la produzione di acqua calda sanitaria da effettuarsi in alta temperatura per motivi igienici.
- Garantire l'energia termica a bassa temperatura nel caso in cui le pompe di calore fossero in avaria.
- Coprire carichi termici per i post-riscaldamenti nella stagione estiva.

Il circuito di emungimento e restituzione dell'acqua di falda che funge da pozzo termico per le pompe di calore ha previsto la realizzazione di una vasca interrata al terzo piano ipogeo, al fine di mantenere i valori di portata acqua di emungimento entro valori compatibili con i limiti determinati dalle indagini idro-geologiche (massima portata emungibile dalla falda pari a 50 [l/s]) compensando giornalmente con l'accumulo la differenza tra la portata necessaria e la massima portata emungibile dalla falda. Tale vasca è stata prevista di volume complessivo pari a 215 m³, ed è divisa in due parti distinte creando due vasche separate da 107 m³ circa, una per l'acqua di pozzo, la seconda per l'acqua di restituzione. Per il dimensionamento delle due vasche è stato utilizzato l'andamento dei carichi del giorno di progetto estivo per determinare la differenza fra il consumo dell'acqua di raffreddamento richiesto dai gruppi frigoriferi e la massima portata prelevabile dai pozzi (50 l/s); in tal modo è stato determinato il volume necessario per compensare tale differenza, volume che viene prelevato dalla vasca acqua di pozzo, che si riduce di livello nelle ore di massimo prelievo, e accumulato nello stesso tempo nella vasca di scarico che di conseguenza aumenta di livello; nelle ore notturne viene poi ripristinato l'accumulo di acqua di pozzo e svuotata la vasca di restituzione.

L'impianto così costituito è in grado superare il limite di legge di produzione di energia da fonte rinnovabile, con una produzione valutata intorno al 51%.

Schema funzionale della centrale e modalità di funzionamento

In Figura 3 è riportato lo schema funzionale della centrale termo-frigorifera proposta.

Quattro macro sistemi formano l'impianto complessivo. Innanzitutto, il sistema di emungimento e restituzione dell'acqua di falda, costituito da due pozzi di emungimento, le vasche di presa e restituzione, ed infine un pozzo di restituzione. Questo sistema è collegato da una parte al circuito di produzione e distribuzione dell'acqua calda a bassa temperatura, dall'altra al circuito di produzione dell'acqua refrigerata, mediante scambiatori a piastre. Il loro duplice scopo è:

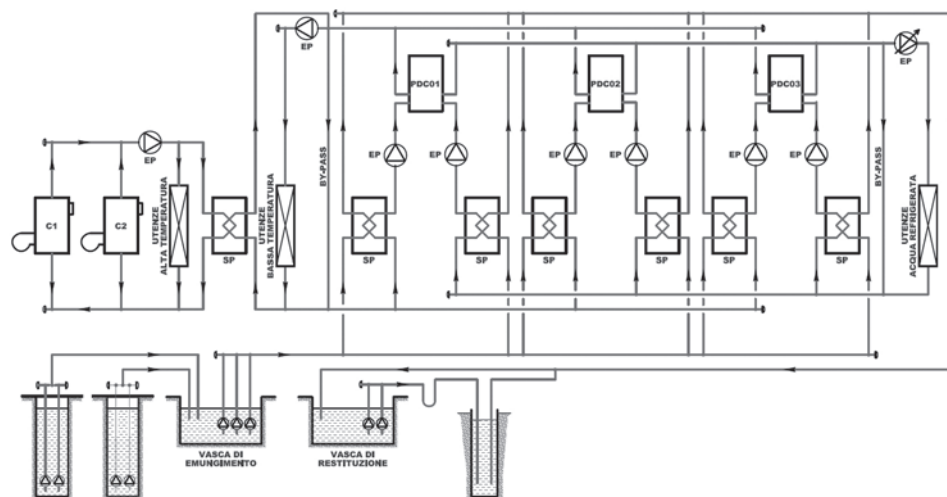
- garantire che in qualunque condizione di funzionamento la sorgente termica sia accessibile in maniera indipendente per ogni macchina frigorifera senza impiegare direttamente l'acqua di pozzo negli evaporatori e nei condensatori;
- consentire una corretta regolazione della temperatura dell'acqua in ingresso ai gruppi frigoriferi, sia che essi vengano fatti funzionare come gruppo frigorifero che come pompa di calore.

I sistemi di produzione e distribuzione dell'acqua calda a bassa temperatura e refrigerata sono interconnessi tramite le pompe di calore. Infine, il sistema di produzione dell'acqua calda ad alta temperatura è collegato al sistema di produzione a bassa temperatura mediante uno scambiatore di calore, che permette di integrare l'energia termica in caso di avaria o malfunzionamento delle pompe di calore.

Le varie apparecchiature sono state dimensionate in modo da permettere di:

- Produrre l'energia termica a bassa temperatura sfruttando energie rinnovabili.
- Coprire i carichi termici a bassa temperatura con le pompe di calore, durante la stagione invernale;
- Nel funzionamento ai carichi parziali, utilizzare solamente una delle due pompe di calore.
- Nel caso le pompe di calore fossero in manutenzione, far sì che le caldaie siano in grado di alimentare il 100% della potenza dei circuiti a bassa temperatura.
- Limitare la deriva termica della falda, in quanto il funzionamento alternato estate/inverno consente di minimizzare l'impatto globale su base annuale, anche in considerazione della sensibile inerzia del sistema idrogeologico.
- Sfruttare quanto più possibile i gruppi frigoriferi in pompa di calore durante la stagione invernale. Eventuali richieste di energia frigorifera durante la stagione invernale saranno soddisfatte in modo gratuito, sfruttando l'effetto trasferimento di calore.

Figura 3 – Schema funzionale di principio della centrale termofrigorifera



Richiesta di energia termica: carico massimo e parziale

Con il funzionamento in produzione di energia termica i livelli termici sono i seguenti:

- Temperatura acqua calda ad alta temperatura: 65 – 75°C
- Temperatura acqua calda a bassa temperatura: 40 – 45°C
- Temperatura acqua refrigerata: 12 – 7°C
- Temperatura acqua di pozzo: 14,5 – 8,5°C

Con la massima richiesta di energia termica i macrosistemi si trovano a lavorare in questa configurazione:

- Sistema di produzione dell'acqua calda ad alta temperatura: una sola caldaia è in funzione per fornire energia alle utenze in alta temperatura, ed eventualmente integrare le utenze a bassa temperatura.
- Sistema di produzione dell'acqua calda a bassa temperatura: per la copertura del carico termico, è necessario far funzionare due gruppi frigoriferi contemporaneamente in pompa di calore. Essi sono controllati e regolati in modo tale da massimizzare l'efficienza nella produzione del caldo al condensatore, che funziona da scambiatore "utenza". L'evaporatore ha in questa modalità la funzione di prelevare l'energia a bassa temperatura dall'acqua di falda e funziona pertanto da scambiatore "sorgente".
- Sistema di produzione dell'acqua refrigerata: non è in funzione.
- Sistema di distribuzione dell'acqua di falda: viene emunta la portata di acqua necessaria a garantire le corrette condizioni termiche di lavoro all'evaporatore (12 – 7°C). Questo livello termico, molto basso, è vincolato dalla bassa temperatura dell'acqua di falda in condizioni invernali (14,5°C).

La tipologia di macchina utilizzata è dotata di compressori a vite a velocità fissa, che presentano la massima efficienza al massimo carico. Inoltre, questa tipologia di compressore è stata ottimizzata per garantire una più precisa potenza operando sul cursore di controllo: il funzionamento a carico parziale comporta un aumento delle inefficienze dovute a trafile interne e a by-pass di refrigerante.

Nel funzionamento a carico parziale la pompa di calore risulta inoltre più penalizzata in quanto si mantiene costante la temperatura di condensazione. Nelle condizioni di funzionamento considerate al massimo carico il COP è di 4,9 e scende linearmente al diminuire del carico.

Sono state confrontate le due possibili modalità di funzionamento (Figura 5):

- Modalità di funzionamento a saturazione: una singola pompa di calore viene portata al 100% del carico complessivo, dopo il quale si accende la seconda pompa di calore.
- Modalità di funzionamento a bilanciamento: le due pompe di calore funzionano sempre in parallelo.

È stata adottata la modalità di funzionamento a saturazione, che, come è possibile vedere nel grafico seguente, presenta valori quasi sempre maggiori nel campo di funzionamento delle macchine, ed in particolare nelle condizioni a cui la macchina lavora per la maggior parte delle ore dell'anno, come dimostra la distribuzione di frequenza dei carichi termici.

Con richiesta parziale di energia termica i macrosistemi si trovano a lavorare nella configurazione riportata in Figura 6.

- Sistema di produzione dell'acqua calda ad alta temperatura: una sola caldaia è in funzione per fornire energia alle utenze in alta temperatura.

- Sistema di produzione dell'acqua calda a bassa temperatura: un gruppo frigorifero viene fatto funzionare in pompa di calore, controllato e regolato in modo equivalente a quanto descritto per la produzione di energia termica a massimo carico.
- Sistema di produzione dell'acqua refrigerata: non è in funzione.
- Sistema di distribuzione dell'acqua di falda: viene emunta con la stessa logica di funzionamento già descritta.

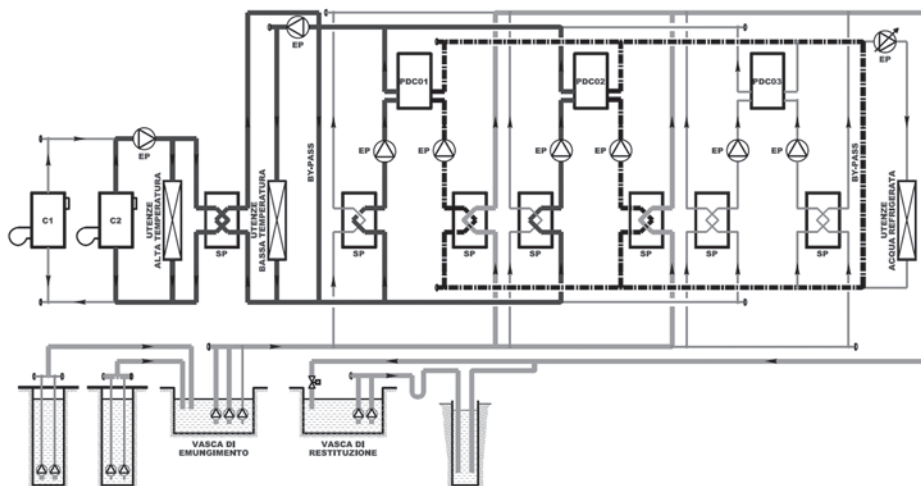


Figura 4 – Modalità di funzionamento, massima richiesta di energia termica

Figura 5 – Modalità di funzionamento a saturazione/a bilanciamento, modalità di riscaldamento

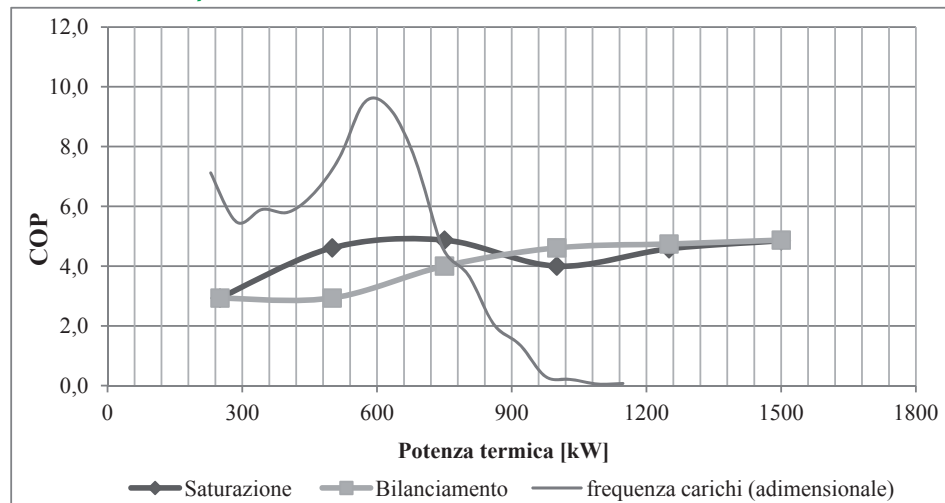
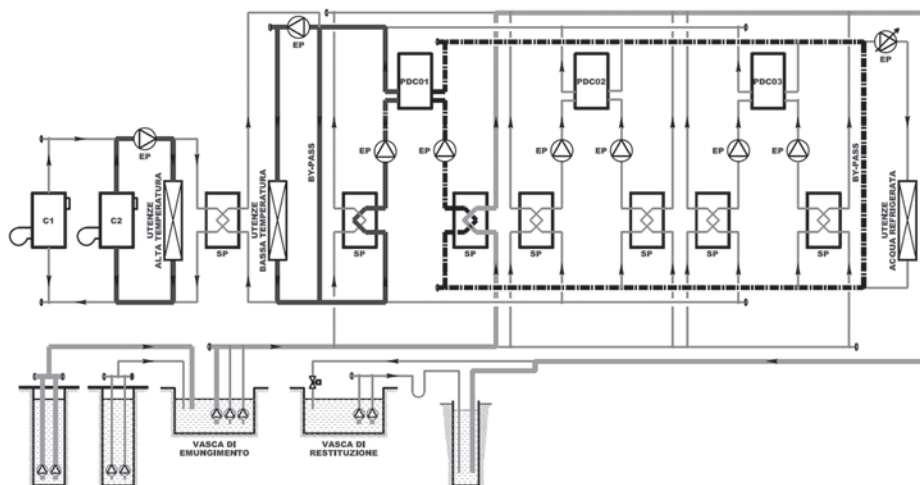


Figura 6 – Modalità di funzionamento, richiesta parziale di energia termica



Richiesta di energia frigorifera: carico massimo e carico parziale

Con il funzionamento in produzione di energia frigorifera i livelli termici sono i seguenti:

- Temperatura acqua calda ad alta temperatura: 65 – 75°C
- Temperatura acqua calda a bassa temperatura (solo condensazione): 18 – 25°C
- Temperatura acqua refrigerata: 12 – 7°C
- Temperatura acqua di pozzo: 15 – 23°C

In caso di richiesta di carico massimo, i macrosistemi si trovano a lavorare in questa configurazione:

- Sistema di produzione dell'acqua calda ad alta

temperatura: in servizio per alimentazione postiscaldamenti e produzione acqua calda sanitaria.

- Sistema di produzione dell'acqua calda a bassa temperatura: non in funzione.
- Sistema di produzione dell'acqua refrigerata: per coprire il fabbisogno di energia frigorifera è necessario che due gruppi frigoriferi siano contemporaneamente funzionanti. Essi sono controllati e regolati in modo tale da massimizzare l'efficienza

nella produzione del freddo all'evaporatore che funziona in questo caso da scambiatore "utenza". Contrariamente al caso di produzione dell'energia termica, il condensatore ha in questa modalità la funzione di scaricare energia dall'acqua di falda e funziona pertanto da scambiatore "sorgente".

- Sistema di distribuzione dell'acqua di falda: viene emunta la portata di acqua necessaria a garantire le corrette condizioni termiche di lavoro al condensatore (18 – 25°C).

In condizioni di funzionamento a massimo carico l'EER si attesta su valori molto alti intorno a 7,7-7,65. Dall'analisi della tipologia della macchina, si evince che la maniera più conveniente per coprire il carico consiste nel far funzionare le due macchine una in sequenza all'altra e per quanto più possibile a pieno carico, con valori di EER compresi fra 7,4 e 7,7.

In base a queste considerazioni, sono state messe a confronto due modalità di funzionamento, poi confrontate nella seguente Figura 8:

- Modalità di funzionamento a saturazione: una singola pompa di calore viene portata al 100% del carico complessivo, dopo il quale si accende la seconda pompa di calore.
- Modalità di funzionamento a bilanciamento: le due pompe di calore funzionano sempre in parallelo.

Anche in questo caso, la modalità di funzionamento a saturazione risulta più conveniente, soprattutto in virtù del buon comportamento ai bassi carichi frigoriferi (minori di 500 kW), che caratterizzano la parte più grande delle ore di funzionamento dell'impianto. La modalità di funzionamento a bilanciamento più performante fra 800 e 1100 kW, ma questi carichi sono presenti per poche ore anno.

In caso di richiesta di carico parziale, i macrosistemi si trovano a lavorare in questa configurazione:

- Sistema di produzione dell'acqua calda ad alta temperatura: in servizio per alimentazione postiscaldamenti e produzione acqua calda sanitaria.
- Sistema di produzione dell'acqua calda a bassa temperatura: non è in funzione.
- Sistema di produzione dell'acqua refrigerata: un gruppo frigorifero viene fatto funzionare, e controllato e regolato in modo equivalente a quanto descritto per la produzione di energia frigorifera a massimo carico.
- Sistema di distribuzione dell'acqua di falda: viene emunta con la stessa logica di funzionamento già descritta al punto precedente.

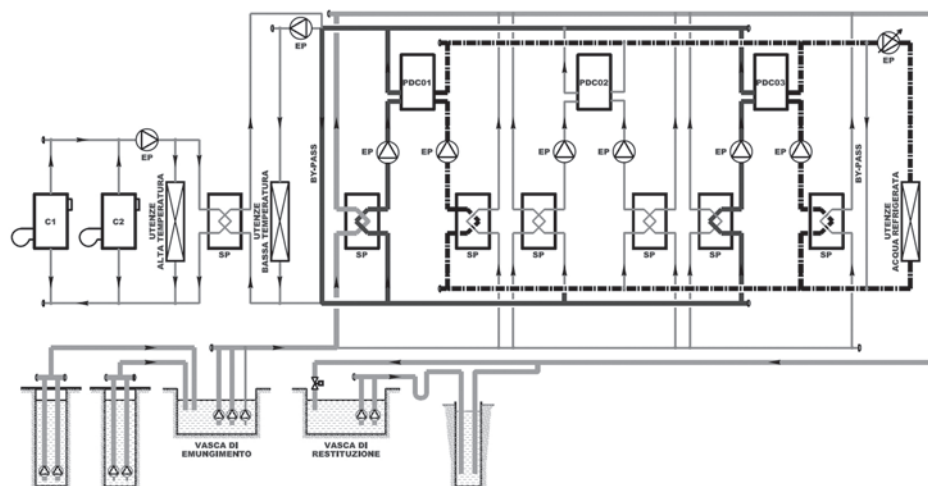


Figura 7 – Modalità di funzionamento, massima richiesta di energia frigorifera

Figura 8 – Modalità di funzionamento a saturazione/a bilanciamento

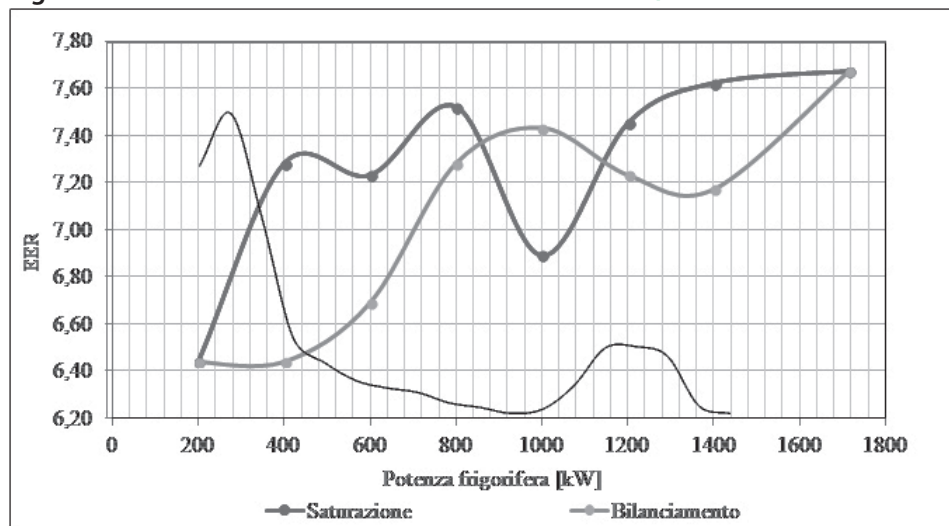
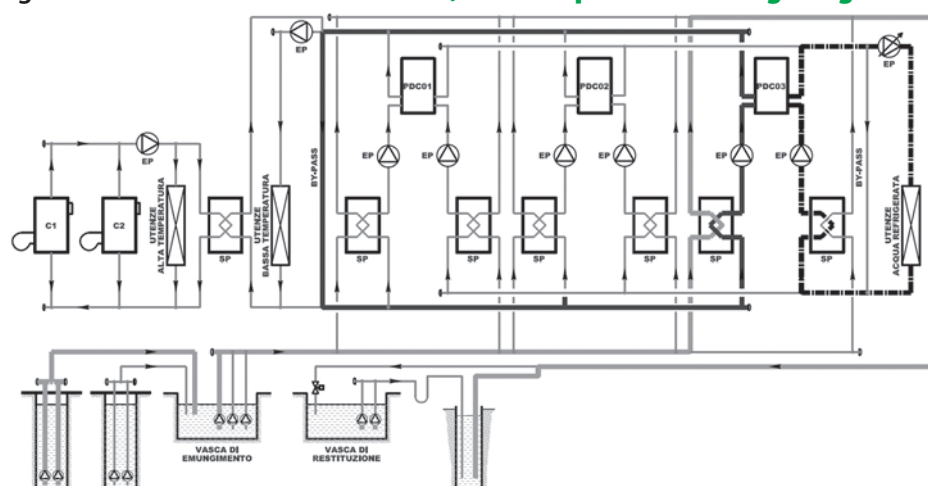


Figura 9 – Modalità di funzionamento, richiesta parziale di energia frigorifera



Produzione contemporanea di energia termica e frigorifera

Con questa modalità di funzionamento i livelli termici sono i seguenti:

- Temperatura acqua calda ad alta temperatura: 65 – 75°C
- Temperatura acqua calda a bassa temperatura: 40 – 45°C
- Temperatura acqua refrigerata: 12 – 7°C
- Temperatura acqua di pozzo: 14,5 – 8,5°C

In questa modalità di funzionamento, i macrosistemi si trovano a lavorare in questa configurazione:

- Sistema di produzione dell'acqua calda ad alta temperatura: in servizio parziale.
- Sistema di produzione combinato dell'acqua refrigerata e calda a bassa temperatura: in questo caso l'impianto effettua trasferimento di calore, producendo contemporaneamente acqua calda a temperatura utilizzabile dalle utenze (40-45°C) e refrigerata per le utenze (12-7°C).
- Sistema di distribuzione dell'acqua di falda: viene emunta la portata di acqua necessaria a garantire le corrette condizioni termiche di lavoro agli evaporatori in quanto i gruppi frigoriferi sono regolati in "riscaldamento".

L'efficienza del sistema è costituita da quella combinata fra produzione di energia termica e frigorifera, massimizzata dallo sfruttamento del trasferimento di calore.

Architettura del sistema edificio-impianto: collocazione delle centrali tecniche

L'architettura del sistema edificio-impianto è stata studiata in modo tale da ottimizzare la

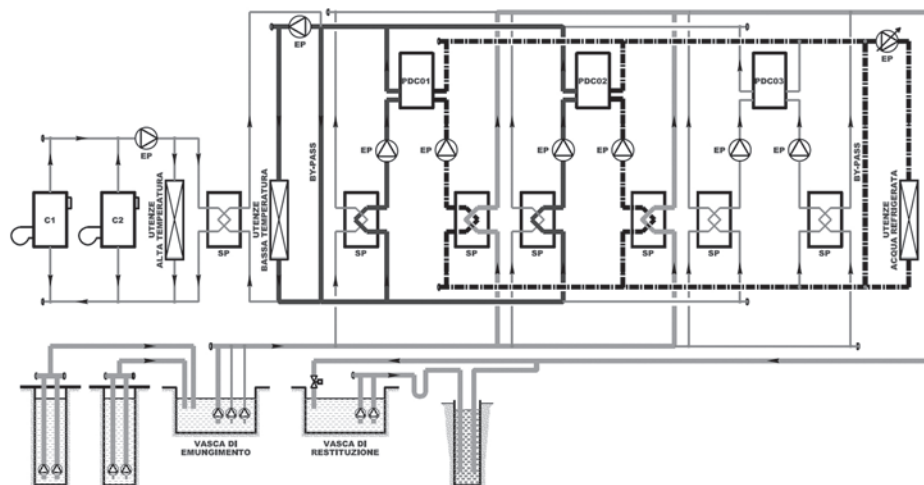


Figura10 – Modalità di funzionamento, richiesta contemporanea di energia termica e frigorifera

distribuzione degli impianti tenendo conto degli spazi a disposizione all'interno dell'edificio esistente. Il progetto prevede che le centrali tecniche siano così distribuite nell'edificio.

Al piano terzo interrato, realizzato mediante scavi nel cortile dell'edificio, vi sono posizionate le vasche di accumulo di acqua di pozzo ed i pozzi;

Al piano secondo interrato trovano collocazione la centrale termofrigorifera e la cabina elettrica di trasformazione e distribuzione principale. In questo modo, la centrale frigorifera si trova vicino alle vasche, ed alla cabina elettrica, di cui è la principale utenza. La centrale termica è invece prevista sulla copertura dell'edificio, al fine di garantire collocazione sicura sotto l'aspetto della prevenzione incendi della centrale termica

nonché limitare l'impatto e la lunghezza delle canne fumarie.

Al piano secondo interrato, lo spazio a disposizione della centrale frigorifera è limitato da una parte dalle ridotte dimensioni del cortile, dall'altro dalla necessità di collocare oltre ai locali per le apparecchiature meccaniche ed elettriche anche un deposito per i reperti museali. Inoltre, vincolo importantissimo è stata la ridottissima altezza a disposizione per la realizzazione della centrale. La collocazione delle apparecchiature all'interno della centrale è stata perciò studiata attentamente. In tal



Lavori in cantiere

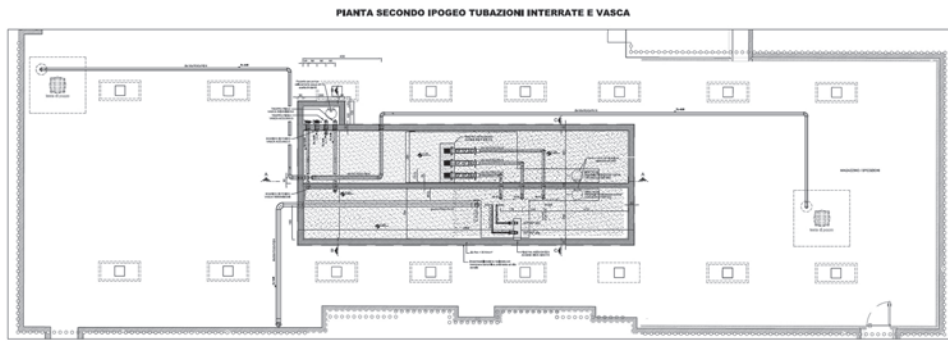


Figura 11 – Pianta del piano secondo ipogeo, in evidenza i pozzi di prelievo, vasche di emungimento (parte alta) e restituzione (parte bassa)

Figura 12 – Prelievo dalle vasche di emungimento

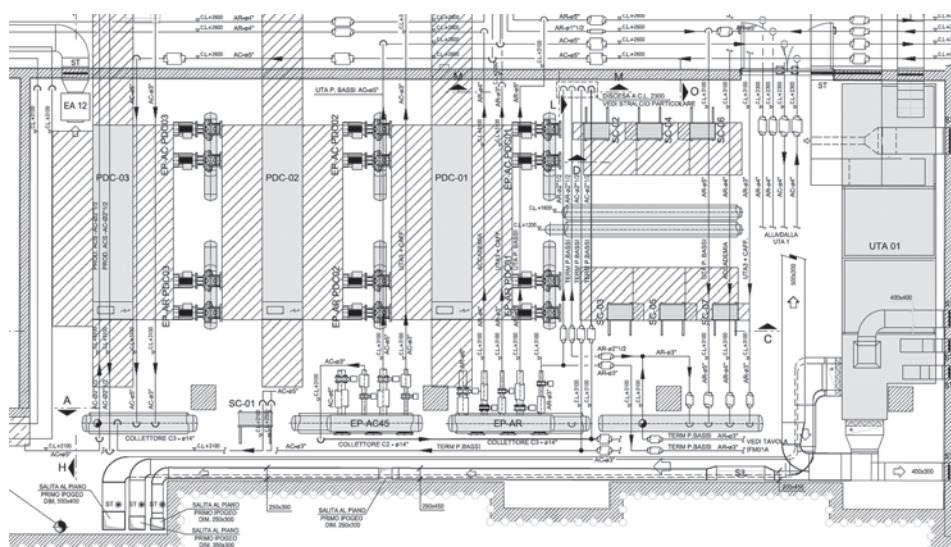
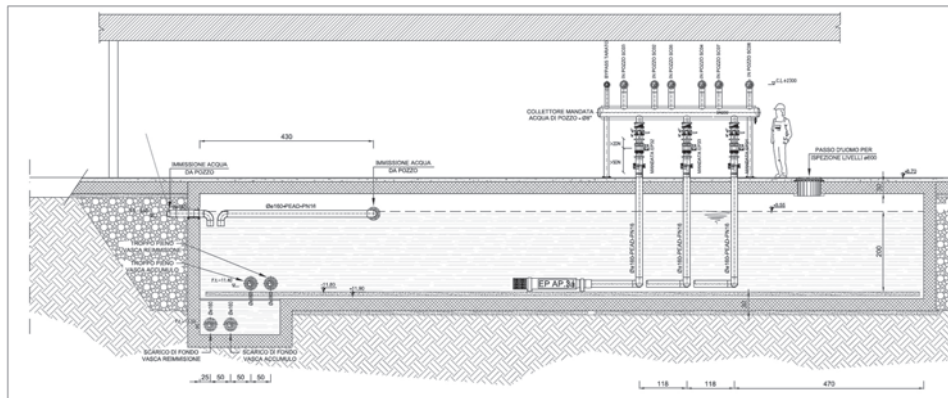
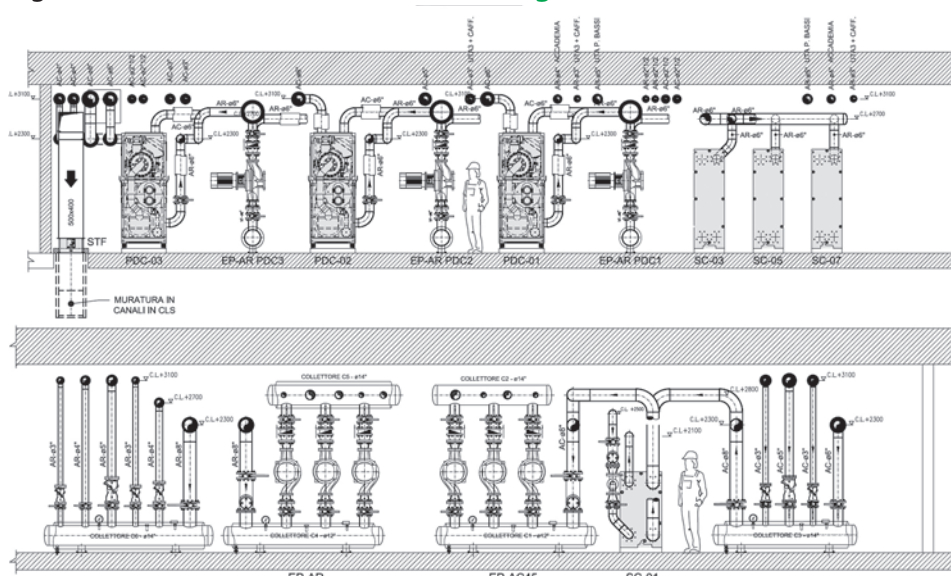


Figura 13 – Planimetria centrale termofrigorifera

Figura 14 – Sezioni della centrale termofrigorifera



senso, si sono rivelate fondamentali l'utilizzo di:

- Gruppi frigoriferi condensati ad acqua con componenti di ridotte dimensioni.
- Gruppi di pompaggio del tipo in linea: montati direttamente sui collettori di aspirazione, occupano molto meno spazio rispetto a classici gruppi di pompaggio del tipo orizzontale.

Nella Figura 13 è illustrata la planimetria della centrale frigorifera nella quale le apparecchiature sono state dislocate seguendo il criterio dei macro-sistemi che costituiscono la centrale.

Sulla destra della planimetria si possono individuare i collettori principali di arrivo e restituzione acqua di pozzo, seguiti da due gruppi di scambiatori a piastre: il primo costituito dagli scambiatori collegati al circuito condensatori, il secondo costituito da quelli collegati al circuito evaporatori. Nella parte centrale sono collocati i gruppi frigoriferi e relativi sistemi di pompaggio: sono stati rispettati i limiti di manovra necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria mentre quelli per la sostituzione dei gruppi frigoriferi sono stati rispettati costruendo una parete facilmente smontabile sul lato alto della planimetria. Da quel lato sono presenti i punti di accesso ai condensatori delle macchine, che, in quanto collegati ad un circuito chiuso ed a reti di nuova realizzazione, sono meno interessati da operazioni di pulizia periodica. La centrale è poi completata dai collettori principali acqua calda e acqua refrigerata, con elettrovalvole di intercettazione dei circuiti verso utenze diverse per la chiusura dei singoli circuiti negli orari di non utilizzo, dalle elettropompe in linea a portata variabile. Nelle sezioni riportate in figura 14 sono invece illustrate le sistemazioni dei gruppi frigoriferi, delle elettropompe a servizio dei circuiti condensatore ed evaporatore e degli scambiatori acqua di pozzo, dove è evidente l'importanza del vincolo dell'altezza del locale.

I gruppi frigoriferi sono completi di una cofanatura fono isolate al fine controllare entro i limiti richiesti il rumore trasmesso verso i locali confinanti.

L'installazione delle apparecchiature nella fase di costruzione è stata particolarmente impegnativa, tutti i componenti sono stati sollevati con la gru di cantiere dai mezzi di trasporto all'esterno dell'edificio e calati all'interno del cortile raggiungendo il locale a secondo piano interrato attraverso una apertura temporanea poi chiusa, operazione che in particolare per i gruppi frigoriferi è stata particolarmente delicata. Per le movimentazioni successive è poi stato previsto un pozzo di calata con gru che consente di raggiungere il piano di installazione della centrale frigorifera.

CONCLUSIONI

Lo studio e la successiva realizzazione della centrale termo frigorifera a servizio del Museo Egizio di Torino si sono rivelati impegnativi per diversi motivi:

- la definizione delle modalità di utilizzo dell'acqua di pozzo, in considerazione dei limiti di portata di emungimento dalla falda, inferiore seppur di

COLLAUDI ED AVVIAMENTI

Il collaudo delle apparecchiature costituenti la centrale frigorifera è stato articolato in due fasi:

- collaudo prestazionale in fabbrica allo scopo di verificare che le prestazioni ipotizzate nella fase di progettazione e di verifica dei risparmi ottenibili vengano rispettate;
- collaudo ed avviamento a lavori completati.

Il collaudo in fabbrica è stato eseguito nella cabina di prova del costruttore su uno dei tre gruppi frigoriferi, misurando in condizioni di stabilità diverse grandezze:

- Elettriche: intensità di corrente assorbita per le tre fasi, tensione di linea, potenza assorbita corrispondente e sfasamento totale.
- Termiche: temperatura ingresso e uscita e portate dell'acqua, potenze scambiate nell'evaporatore e nel condensatore.

Le prestazioni sono state verificate, con quattro prove della durata di 5 minuti per ogni punto di misura, sia per il funzionamento come gruppo frigorifero sia per il funzionamento come pompa di calore, nelle condizioni di carico massimo, e poi a scalare 75%, 50% e 35% del carico. I risultati delle misure effettuate sono riassunti nella figura 15 dove sono riportati i valori medi di EER e COP nelle quattro condizioni di prova.

I risultati del collaudo hanno confermato i dati di progetto, ed in particolare i livelli termici e le portate d'acqua, come verificabile in Tabella 4 e 5. L'avviamento ed il collaudo a lavori completati è stato invece articolato nelle seguenti fasi operative:

1. Verifica funzionale dei pozzi di prelievo e di restituzione, realizzata senza il riempimento delle vasche grazie ad un by pass tra le tubazioni di alimentazione vasca e tubazione di restituzione alla falda, con misura delle portate emunte e verifica dei livelli di falda.
2. Avviamento dei gruppi frigoriferi con verifica delle condizioni di funzionamento sia in produzione di acqua refrigerata sia in pompa di calore, simulando i carichi termici in quanto gli impianti di climatizzazione non erano in quel momento ancora funzionanti grazie alla possibilità di sfruttare lo scambio termico sui due scambiatori di calore lato evaporatore e lato condensatore contemporaneamente utilizzati per un gruppo frigorifero, con verifica delle sicurezze di funzionamento, delle portate sui circuiti evaporatore e condensatore, delle sequenze di regolazione delle portate acqua di pozzo e dei circuiti primari e secondari di utenza.

poco rispetto ai fabbisogni dei gruppi frigoriferi in particolare in condizioni di produzione di energia frigorifera, problema risolto con la previsione di vasche di accumulo e restituzione aventi la funzione di volano giornaliero;

- lo studio delle circuitazioni atte ad agevolare

SCHEDA TECNICA

progetto architettonico **Isolarchitetti (capogruppo), C. Aymonino, P. Marconi, D. Ferretti, ICIS srl**

progetto restauro architettonico **P. Marconi, G. Battista, M. Grimaldi**

progetto restauro artistico **M. G. De Monte**

progetto allestimenti **D. Ferretti, Isolarchitetti, ICIS srl**

progetto esecutivo strutture **ICIS srl**

progetto esecutivo impianti **Itaca Spa, PROECO ss**

impresa realizzatrice **ATI Zoppoli & Pulcher Spa, Nicola Restauri Srl**

impresa installatrice **Pussetto & Pollano Srl**

progetto costruttivo impianti e consulenza di cantiere **PRODIM srl**

il più possibile l'utilizzo dell'energia prodotta dalle pompe di calore ed a minimizzare i consumi di pompaggio;

- la scelta delle caratteristiche prestazionali e dimensionali delle apparecchiature mirate all'ottimizzazione energetica del sistema ed alla collocazione in locali tecnici di dimensioni limitate e lo studio della sistemazione razionale di tali apparecchiature avendo come obiettivo la semplicità della costruzione e l'agevole manutenzione successiva,
- la movimentazione delle apparecchiature in cantiere ed il successivo montaggio agevolato quest'ultimo da un dettagliato studio in fase

* Massimo Rapetti e Giorgio Bo, Prodim s.r.l., Torino
Elena Favero, Climaveneta s.p.a., Bassano del Grappa (VI)

BIBLIOGRAFIA

- D.Lgs. 2011. Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e

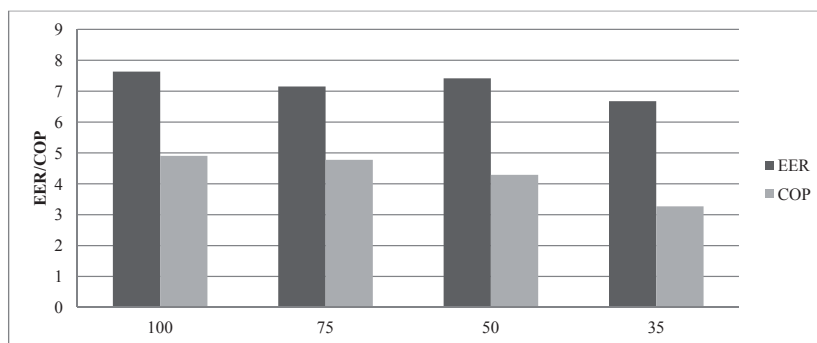


Figura 15 – Valori medi EER e COP nelle quattro sezioni di prova

Tabella 4 – Produzione di energia frigorifera, valori medi di quattro misure

Percentuale di carico	EER	Portata acqua all'evaporatore [m ³ /h]	Portata acqua al condensatore [m ³ /h]	Temperatura acqua IN/OUT evaporatore [°C]	Temperatura acqua IN/OUT condensatore [°C]
100	7,65	147,7	118,8	11,92	6,93 18,03 25,00
75	7,15	147,5	118,7	10,79	7,05 17,93 23,19
50	7,41	147,6	118,8	9,56	7,09 18,02 21,43
35	6,67	147,8	118,8	8,88	7,13 18,00 20,43

Tabella 5 – Produzione di energia termica, valori medi di quattro misure

Percentuale di carico	COP	Portata d'acqua all'evaporatore [m ³ /h]	Portata d'acqua al condensatore [m ³ /h]	Temperatura acqua IN/OUT evaporatore [°C]	Temperatura acqua IN/OUT condensatore [°C]
100	4,91	120,3	150,2	11,95	6,98 40,03 44,97
75	4,77	120,1	150,3	11,95	8,25 41,43 45,13
50	4,29	120,1	150,1	11,93	9,5 42,54 45,05
35	3,27	120,2	150,3	11,98	10,5 43,24

di progettazione costruttiva della sistemazione delle apparecchiature e dei percorsi delle tubazioni.

La centrale termo frigorifera è stata avviata nel mese di giugno 2013 ed è attualmente al servizio del primo lotto di ristrutturazione inaugurato nel mese di luglio, lotto il cui fabbisogno per climatizzazione costituisce il 25-30% della potenzialità massima della centrale. La conclusione dei lavori, che si svolgeranno mantenendo visitabile il Museo, è prevista nel 2015. ■

YOUR INFORMATION PARTNER



LA RIVISTA PER I PROGETTISTI CON
LA PIÙ ALTA DIFFUSIONE CERTIFICATA
Tiratura anno 2011, 19.852 copie – Diffusione 19.805
Certificato CSST N°2011-2253



Organo ufficiale AiCARR
LA RIVISTA PER I PROFESSIONISTI DELL'HVAC&R
CON LA PIÙ ALTA DIFFUSIONE CERTIFICATA
Tiratura anno 2011, 9.535 copie – Diffusione 9.451
Certificato CSST N°2011-2252



Organo ufficiale ANGAISA
LA VOCE, LO STRUMENTO
DI INFORMAZIONE E AGGIORNAMENTO
DEI DISTRIBUTORI DEL SETTORE ITS
www.bluerosso.it



DA 60 ANNI IL PERIODICO D'INFORMAZIONE
PER INGEGNERI E ARCHITETTI
45.000 copie a diffusione nazionale
NEWSLETTER – L'AGGIORNAMENTO
PROFESSIONALE VIA MAIL
Ogni 15 giorni raggiunge oltre 35.000 iscritti



IL MAGAZINE SULLA FILIERA
DELLA CONOSCENZA VERDE



www.casaclima.com
L'informazione efficiente, completa e in tempo reale
Più di 5.000 progettisti ogni giorno
consultano casaclima.com
per il proprio approfondimento professionale

Riqualificare un immobile storico con pompa di calore VRV



Nell'edificio "Ex Generatori" di Venezia si è adottata una tecnologia ad anello al servizio dei sistemi in pompa di calore VRV nella versione geotermica con bilanciamento energetico tramite acqua di laguna

*di Tommaso Marella, Giovanni Zarotti, Diego Bosco **

L AREA NORD dell'Arsenale di Venezia è un complesso demaniale di rilevante pregio storico e monumentale, integrato nel tessuto urbano del centro storico di Venezia, avente una superficie complessiva di circa 20 ettari e un volume edificato di oltre 500.000 m³.

L'Arsenale ha costituito per secoli il fulcro dell'economia e della storia civile di Venezia. L'evoluzione della sua struttura è pertanto segnata da una successione di ampliamenti e da una continua evoluzione delle tipologie edilizie legate alla produzione che mutavano in relazione al progredire delle tecniche costruttive navali.

L'intera area è stata soggetta nella seconda metà del '900, dopo oltre cinque secoli di sviluppo

e crescita produttiva, ad un progressivo abbandono e ad un graduale degrado delle proprie strutture. Dalla fine degli anni Novanta, gli enti pubblici hanno predisposto dei piani urbanistici per il recupero dell'area dell'Arsenale di Venezia.

Il finanziamento del Piano Attuativo per l'insediamento delle attività di gestione e manutenzione del "Sistema Mose", ovvero il sistema di paratoie mobili per la regolazione delle maree nella Laguna di Venezia, ha permesso la progettazione degli interventi di recupero, ivi inclusi i necessari interventi di adeguamento antisismico, di rive, cinte murarie, edifici storici edificati tra il XVI e XX secolo nonché la realizzazione di nuovi edifici, la ristrutturazione di edifici esistenti e la

creazione di un articolato sistema di sottoservizi ed impianti a servizio dell'area.

L'edificio "Ex Generatori" (si veda box) è situato in quest'area in una posizione che lo rende idoneo come punto di accesso all'area dell'Arsenale destinata alla gestione e manutenzione del "Mose".

SOLUZIONE "STRUTTURA NELLA STRUTTURA"

Il progetto architettonico di recupero e nuova infrastrutturazione dell'edificio è stato curato, sotto il

coordinamento del Consorzio Venezia Nuova, dalla società di Ingegneria Thetis S.p.A con la consulenza dall'Arch. Alberto Cecchetto, professore della facoltà di Architettura di Venezia. L'edificio si caratterizza per la presenza, sia all'interno che all'esterno, di alcuni elementi quali testimonianza dell'industrializzazione; in particolare, all'esterno sul fronte Nord-Ovest si riconoscono le marmitte e l'accumulo idrico del sistema di raffreddamento dei generatori diesel, mentre all'interno del vano principale, si trova un carro-ponte scorrevole su rotaie e l'alloggiamento dei motori realizzato su vasche in calcestruzzo.



VISTA AEREA (A DX) E PROSPETTICA (A SX) DELL'EDIFICIO "EX GENERATORI". L'edificio fu costruito nei primi del '900 e fu destinato a contenere i gruppi elettrogeni ausiliari per l'alimentazione elettrica delle attività cantieristiche dell'Arsenale. Al suo interno infatti trovavano alloggio i motori diesel che fungevano da motore primo per i generatori elettrici. Il progetto di recupero prevede di ospitare all'interno dell'edificio Ex Generatori alcuni uffici, sale riunioni e locali di servizio connessi alle attività terziarie del nuovo insediamento. L'intervento di recupero e riuso dell'edificio "Ex Generatori" ed in generale dell'area dell'Arsenale Nord sono stati effettuati nell'ambito delle attività del Magistrato alle Acque di Venezia e del Consorzio Venezia Nuova che è il concessionario per il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per la salvaguardia di Venezia e della Laguna.

Tra valorizzazione dell'esistente e nuove costruzioni

L'edificio è stato ristrutturato valorizzandone i prospetti murari e restaurando le componenti industriali. Nel contempo è stato reso adatto alle nuove funzioni per mezzo di modifiche interne che hanno portato alla demolizione degli originali basamenti in calcestruzzo dei motori e alla costruzione di nuove infrastrutture per uffici realizzate con moderne costruzioni in acciaio e vetro che ne hanno parzialmente occupato il volume interno.

Come è possibile rilevare dal modello di progetto, nell'ambiente principale dell'edificio sono previsti quattro volumi (Fig.1) che si sviluppano per tutta l'altezza libera (dall'interrato, ricavato sulla quota delle vasche che un tempo ospitavano i macchinari, fino a sotto le capriate di copertura), ospitando

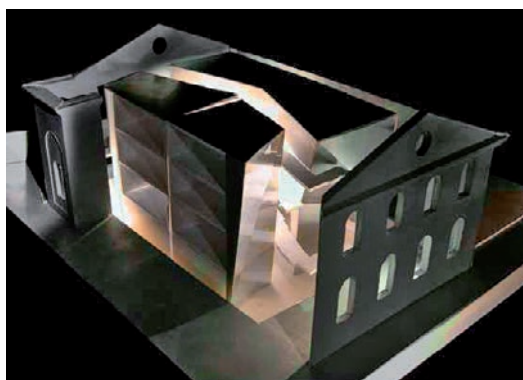


Figura 1 – Vista dei volumi delle nuove infrastrutture su modello

spazi di lavoro, di accoglienza e di servizio fruibili attraverso dei percorsi-ballatoio che permettono una complessa e completa lettura trasversale dello spazio.

I vincoli progettuali posti dal Piano Particolareggiato sono stati:

- mantenimento delle strutture murarie esistenti e degli elementi che le compongono;

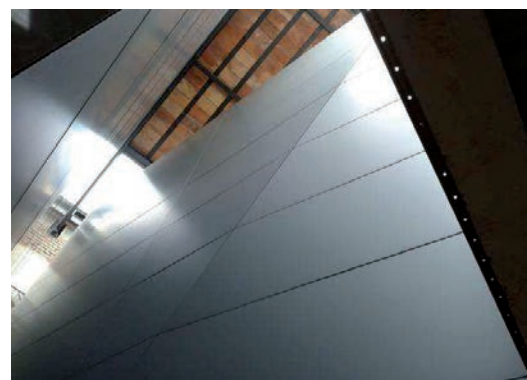


Figura 2 – Sviluppo verticale dei volumi

- demolizione degli elementi divisorii interni non strutturali;
- mantenimento dei manti di copertura, dell'orditura principale e secondaria o la loro sostituzione con elementi analoghi a quelli esistenti;
- interventi di riconfigurazione delle aperture esistenti sui muri di tamponamento delle arcate presenti sui fronti longitudinali;
- mantenimento dei solai esistenti;
- realizzazione di nuove strutture realizzate con elementi che ne consentano la riconoscibilità e non intacchino o compromettano le strutture esistenti;
- realizzazione di divisioni verticali il più possibile permeabili alla vista in modo tale da non ostacolare la lettura delle strutture esistenti (Fig.2).

Le nuove funzioni d'uso previste dal Piano Attuativo per l'insediamento delle funzioni di gestione e manutenzione del "Sistema Mose" sono state:

- piano terra: attività di accoglienza e controllo dei flussi pedonali in ingresso e uscita all'area, sala di attesa, reception, alcune sale riunioni ed altri servizi generali;
- livelli superiori: uffici, salette riunioni, locali di servizio e archivi.



VRV SYSTEM FOR THE REFURBISHMENT OF AN HISTORICAL BUILDING

The topic describes the refurbishment on the building called "Ex Generatori" located in the north site of historical arsenal in Venice where, in the past, there was an electrical workshop with an electric diesel power generator in support of the boatyard and actually intended to become the central administration point for coordination of "Mose" system.

"Ex Generatori" building is a plant built in the early 1900s and actually the purpose is to recover cultural heritage by building new internal steel and glass structure so as to use volumes without any replacement of external historical feature.

Considering the historical scenery, technology plant choices are directed by aspects like integration in the existing background and lower impact layout so the choice opted for a Water Loop Heat Pump developed between several buildings in the complex "Ex Generatori" and balanced thermal equilibrium by using water from Venice lagoon. For these reasons, the new buildings will be provided by VRV system (Volume Refrigerant Variable) in heat recovery variants which allow to satisfy opposite thermal load achieving higher level of efficiency and comfort.

Keywords: heat pumps, energy refurbishment, hydrothermal systems

Luce nell'interrato

Le nuove infrastrutture inserite nel volume del corpo principale dell'edificio, realizzate con struttura portante in acciaio e con tamponature a secco in vetro e metallo formano prismi irregolari con un andamento verticale non lineare.

Essendo un edificio nell'edificio, si sono adottate opportune tecniche per la conduzione della luce naturale fino agli spazi interrati (Fig.3).

L'involucro esterno è stato reso permeabile alla luce attraverso la realizzazione di fasce di lucernari sulla copertura e nuove forature sui fronti murari. In particolare, lungo le facciate maggiori sono state realizzate due arcate creando delle estese superfici vetrate poi schermate esternamente con delle alettature in acciaio corten, mentre le superfici delle nuove strutture interne sono opache metallizzate per riflettere la luce.



Figura 3 – Tecniche per la conduzione della luce naturale



Figura 4 – Doppio involucro edilizio

Doppio involucro e spazi per tubazioni e impianti

La particolarità di questo progetto è la presenza di un doppio involucro (Fig.4) costituito esternamente da spessa parete storica in mattoni di laterizio e internamente dalle pareti leggere che formano la nuova struttura in acciaio e vetro caratterizzate da una bassa inerzia termica.

L'ambiente di intercapedine che si sviluppa tra il capannone storico e la nuova infrastruttura è un vano unico a tutta altezza che pone il problema della stratificazione dell'aria; questo aspetto pone delle problematiche, la cui soluzione impiantistica verrà descritta di seguito, di regolazione della temperatura sia nel periodo estivo che nel periodo invernale.

Oltre a questo, la complessa struttura geometrica con pareti e cavedi con andamento non lineare ha reso critico l'individuazione di spazi per la posa delle tubazioni e dei canali d'aria per la ventilazione.

IMPIANTO AD ANELLO

Il compendio dell'Arsenale nord, essendo caratterizzato da numerosi vincoli volti alla tutela del patrimonio storico/architettonico prevede l'utilizzo della tecnologia ad anello WLHP (Water Loop Heat Pump), soluzione a bassa invasività che permette di sfruttare come sorgente energetica l'acqua della Laguna di Venezia. La possibilità di distribuire l'energia idrotermica della laguna tramite un fluido vettore ad un vasto numero di edifici del compendio "Arsenale nord" risolve numerose problematiche in quanto l'adozione di pompe di calore condensate ad acqua nella versione geotermica installate in parallelo sull'anello oltre ad avere un elevato livello di efficienza energetica è caratterizzata da ridotti ingombri. Con tale soluzione si evita l'impatto di voluminosi condensatori esterni ad aria oltre che le problematiche delle centrali

termiche a gas in un edificio storico vincolato.

Due rami

Il sistema ad anello consente di gestire facilmente le diverse configurazioni impiantistiche che derivano dallo sviluppo progressivo degli interventi nei vari edifici. Il tutto adattando facilmente i successivi collegamenti dei relativi sistemi in pompa di calore. Dalla centrale di scambio inizia lo sviluppo del primo ramo dell'anello a servizio del comparto civile che è costituito dagli edifici storici in corso di infrastrutturazione. Tale ramo si collegherà anche all'edificio "Ex-Generatori", di cui si parlerà

MATERIALI PER INTERNO ED ESTERNO

I materiali impiegati nella costruzione degli interni sono:

- pareti vetrate a tutta altezza antistanti le murature esistenti per catturare la luce proveniente dall'esterno (Fig.5);
- pannelli compositi costituiti da due lamiera in lega di alluminio accoppiate ad un nucleo di polietilene estruso (spessore 4 mm) per il rivestimento delle pareti e del controsoffitto degli spazi comuni (Fig.6);
- pavimentazioni in cemento con finitura superficiale con resina epossidica;
- pannelli in cartongesso con finitura superficiale in resina per le superfici verticali interne.

Per gli esterni:

- i lucernari sono a basso fattore di trasmissione della luce solare;
- i fori finestra di nuova realizzazione sono dotati di frangisole in corten a filo esterno e finestrature in vetrocamera con serramento fisso, sempre in corten, a filo interno;
- i serramenti esistenti sono stati recuperati e accoppiati con lastra vetro-camera.

Figura 5 – Pareti vetrate a tutta altezza



Figura 6 – Superfici metalliche riflettenti

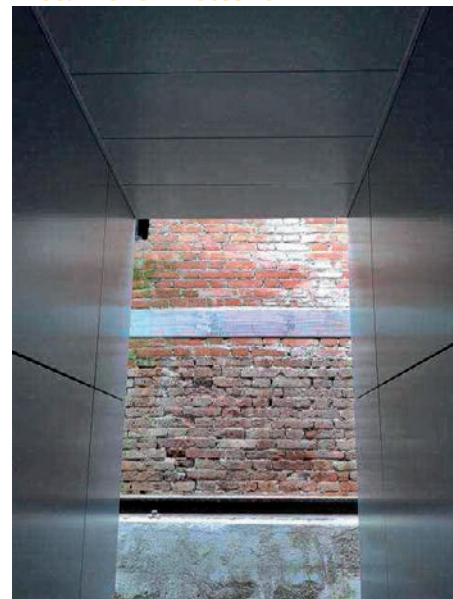




Figura 7 – Sviluppo anello di liquido

Figura 8 – Cunicolo ispezionabile sottoservizi d'area

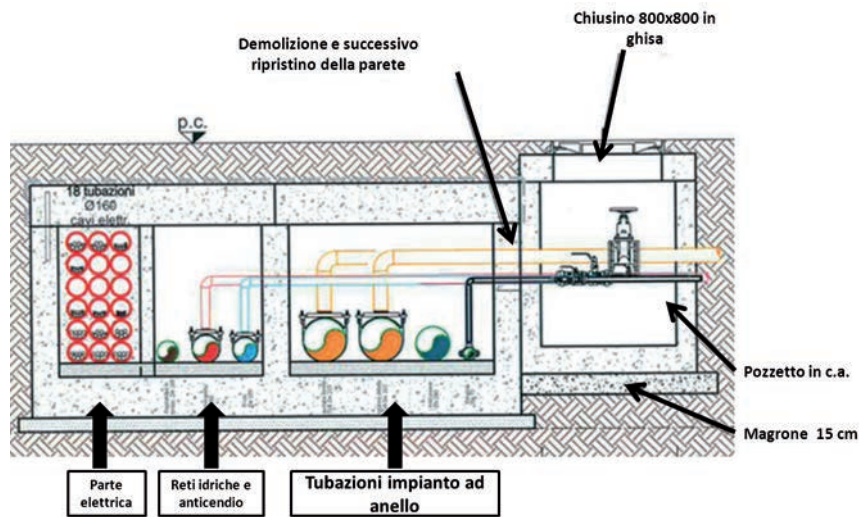


Tabella I – Potenze di progetto sottoservizio anello d'acqua

Rif. Edificio servito dall'anello civile	Potenza di progetto		Potenza sull'anello civile	
	Invernale	Estivo	Invernale	Estivo
	kWt	kWf	kWt	kWf
Ed. 14	150	130	105	163
Ed. 15	150	130	105	163
Ed. 16	150	130	105	163
Ed. 23	150	130	105	163
Ed. 24	150	130	105	163
Ed. 25	150	130	105	163
Ed. 26	150	130	105	163
Ed. 27 (uffici + server)	150	320	105	400
Ed. 28 (sala controllo)	150	200	105	250
Ed. 63	100	150	70	188
Ed. 97	35	30	23	38
Ed. 96 (solo sala server)	0	50		63
Predisposizioni edifici per futura realizzazione	1.200	1.160	840	1.450
Totale comparto anello civile	2.685	2.700	1.878	3.380

successivamente; un secondo ramo di anello, sempre partendo dalla centrale di scambio verrà realizzato in un secondo stralcio esecutivo e andrà al servizio dei capannoni di nuova costruzione adibiti alla manutenzione del sistema Mose (Fig.7).

Centrale di scambio termico

La centrale di produzione energetica e di scambio termico con la laguna è stata progettata con una potenza nominale di 2 MW, estensibile fino a 5 MW (in Tabella I sono riportati i valori assunti per il progetto definitivo della rete di sottoservizi). La centrale è dotata di scambiatori di calore di tipo a piastre in titanio opportunamente dimensionati che operano con salto termico nominale di 3°C sul circuito acqua di laguna e con salto termico nominale di 5°C sul circuito anello acqua tecnica. Il sistema è dimensionato in relazione alle esigenze iniziali del comparto civile ed industriale e alle possibili future estensioni, tenendo conto dei requisiti di legge in merito ai limiti di temperatura delle acque di scarico.

La centrale ha una posizione baricentrica rispetto all'area dell'Arsenale Nord e in questa è realizzata anche la stazione di pompaggio per la distribuzione dei fluidi tramite pompe ad inverter. Il prelievo dell'acqua di laguna viene effettuato mediante una presa a mare posta a Nord dell'Arsenale nelle vicinanze dell'edificio Ex Generatori dove sono installate due pompe a inverter con portata nominale di 600 m³/h.

Rete di sottoservizio d'area

Il collegamento dei diversi fabbricati all'impianto è effettuato predisponendo in ciascuno di essi una rete di sottoservizi d'area (Fig.8) organizzati attraverso un cunicolo ispezionabile che oltre alla presenza dell'anello d'acqua per la distribuzione dell'energia termica riserva degli spazi tecnici per la distribuzione elettrica, il cablaggio strutturato, le reti idriche e l'antincendio.

Recupero di calore

Il graduale incremento di utenze collegate all'anello incrementa sempre più il beneficio energetico che deriva dal recupero di calore sfruttando la condizione di carichi opposti richiesti nei vari edifici; ad esempio in inverno, l'anello può recuperare il calore di un sistema di condizionamento per sale CED rendendolo disponibile per le pompe di calore in riscaldamento negli ambienti civili.

La temperatura dell'anello viene mantenuta, tramite una centrale di scambio termico che sfrutta l'energia dell'acqua prelevata dalla laguna, entro un determinato range, tipicamente compreso tra i 10°C e i 30°C; questi valori di temperatura sono tali da poter massimizzare complessivamente l'efficienza dei sistemi in pompa di calore che vengono alimentati dall'anello stesso.

Sull'anello vi sarà collegato un generatore di

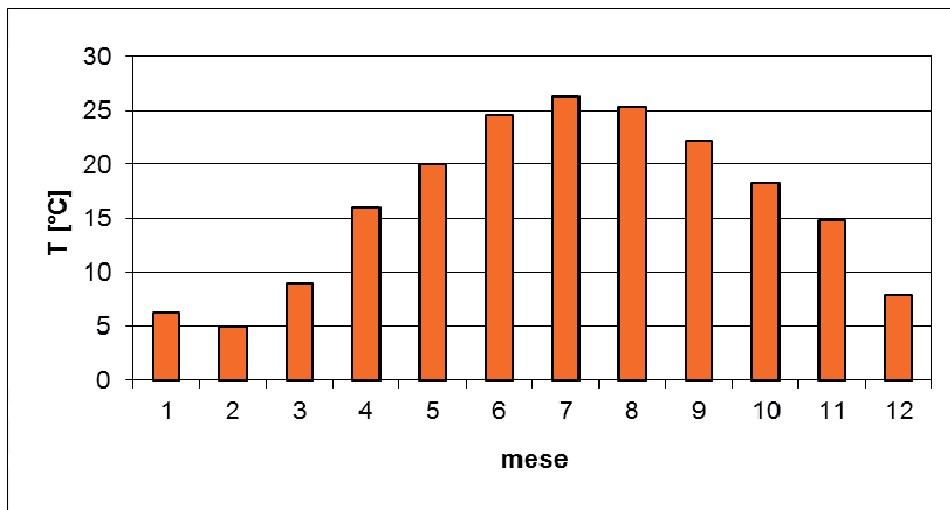


Figura 9 – Temperatura acqua di laguna

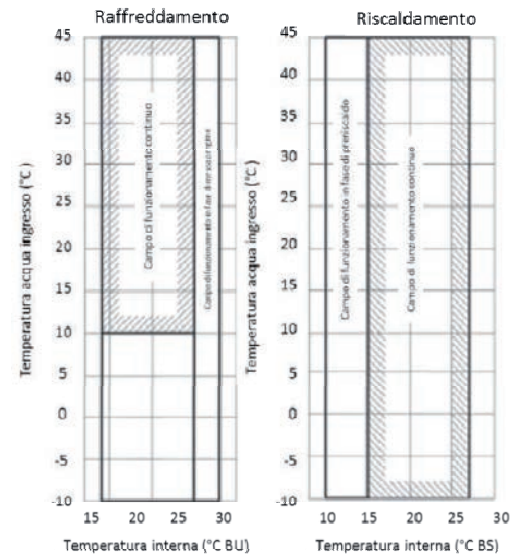


Figura 10 – Campo di funzionamento VRV

calore il cui scopo è quello di fornire energia termica al sistema quando le condizioni di temperatura della laguna sono caratterizzate da valori troppo bassi (Fig.9); l'anello d'acqua in ogni caso sarà miscelato a glicole. L'intervento del generatore di calore sarà prevalentemente concentrato nel periodo che va da fine dicembre a febbraio, in cui è possibile che la laguna per qualche settimana possa scendere sotto i 5°C, temperatura considerata minima per il funzionamento degli scambiatori termici di presa mare visto il pericolo di congelamento del sistema.

Al di fuori del periodo limitato in cui interviene il generatore di calore, l'impianto ad anello può beneficiare del favorevole ciclo termico annuale dell'acqua di laguna che, unito all'esteso campo di funzionamento dei sistemi VRV in pompa di calore geotermici (Fig.10), permette al sistema di scambiare direttamente energia con la laguna per la maggior parte del funzionamento annuo (circa 10 mesi all'anno) e con elevati valori di COP/EER.

Tabella II – Potenze installate impianti edificio

Tipologia impianto	kW
VRV fan coil	130
UTA 3000 mc/h	38
Pavimento Radiante	30

Figura 11 – Centrale di trattamento aria di rinnovo

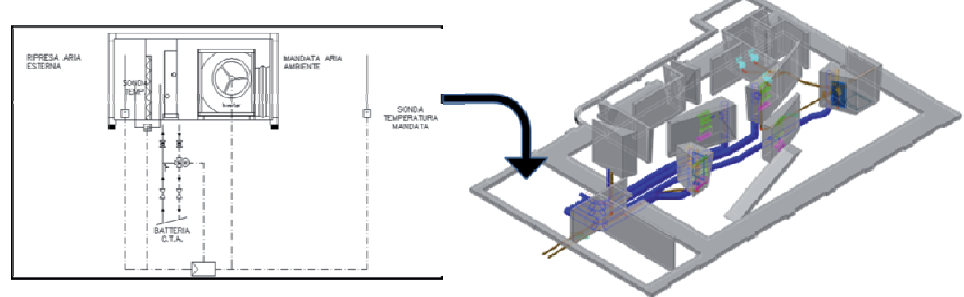
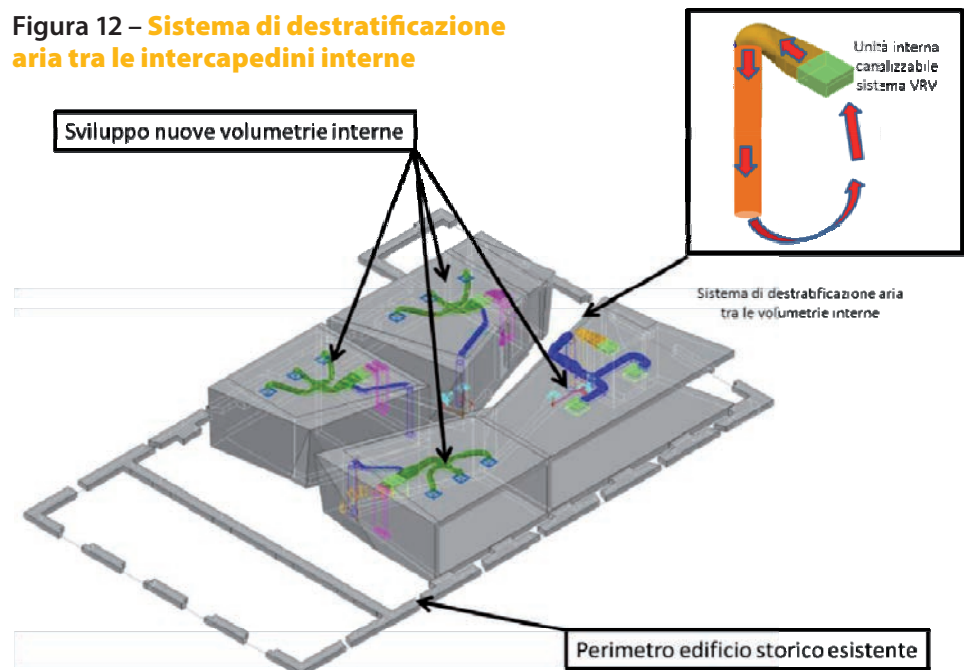


Figura 12 – Sistema di destratificazione aria tra le intercapedini interne



SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

L'impianto di climatizzazione per gli uffici prevede l'utilizzo di unità terminali ad espansione diretta (collegati ad un sistema VRV geotermico) e di aria primaria UTA.

I terminali saranno sia del tipo canalizzabili con motore inverter che a pavimento ad incasso con l'obiettivo di mascherarne la visuale integrandoli nella struttura; per una indicazione sulla ripartizione della potenza installata degli impianti all'interno dell'edificio si faccia riferimento alla Tabella II.

Le condizioni termo igrometriche del progetto sono:

Estate: $t = 26^{\circ}\text{C}$ u.r. = 55%
 Inverno: $t = 20^{\circ}\text{C}$ u.r. = 45%

La ventilazione prevista sarà meccanica per mezzo di un'unità di trattamento aria (Fig.11) la cui batteria di scambio sarà ad uso promiscuo caldo/freddo alimentata da un chiller in pompa di calore condensato ad acqua, anch'esso collegato all'anello di liquido; l'UTA avrà il compito di ricambiare l'aria negli uffici e nei locali annessi

assicurando un tasso di ventilazione pari a 11 lt/s per persona. La portata d'aria sarà variabile e controllata da sonde di qualità dell'aria ambiente che agiranno sull'inverter del ventilatore. La regolazione della temperatura dell'aria di rinnovo sarà a punto fisso al fine di garantire la ventilazione degli uffici con aria termicamente neutra.

Come già detto, l'edificio si caratterizza per la presenza di una zona di intercapedine tra la nuova struttura e il capannone storico in cui si trovano gli ambienti comuni dedicati all'accoglienza e le aree espositive. Questa zona, essendo a tutta

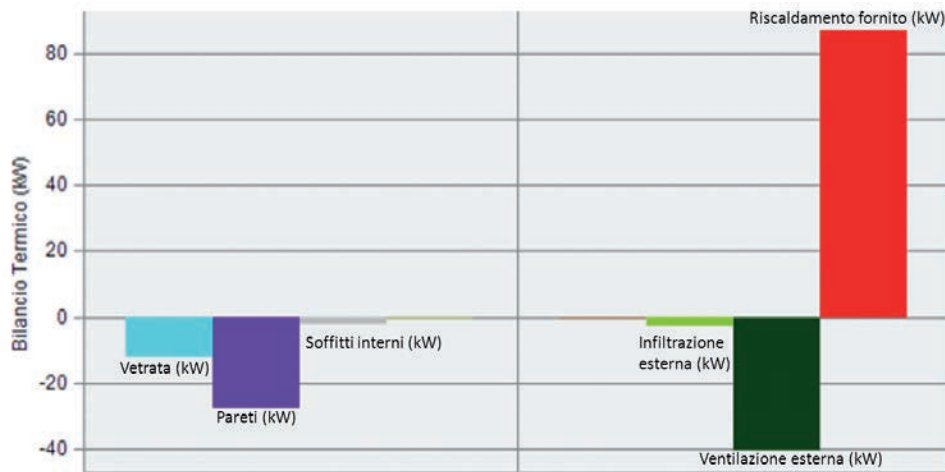


Figura 13 – Bilancio termico nel funzionamento invernale

Figura 14 – Simulazione energetica dei carichi estivi su base giornaliera (15 luglio)

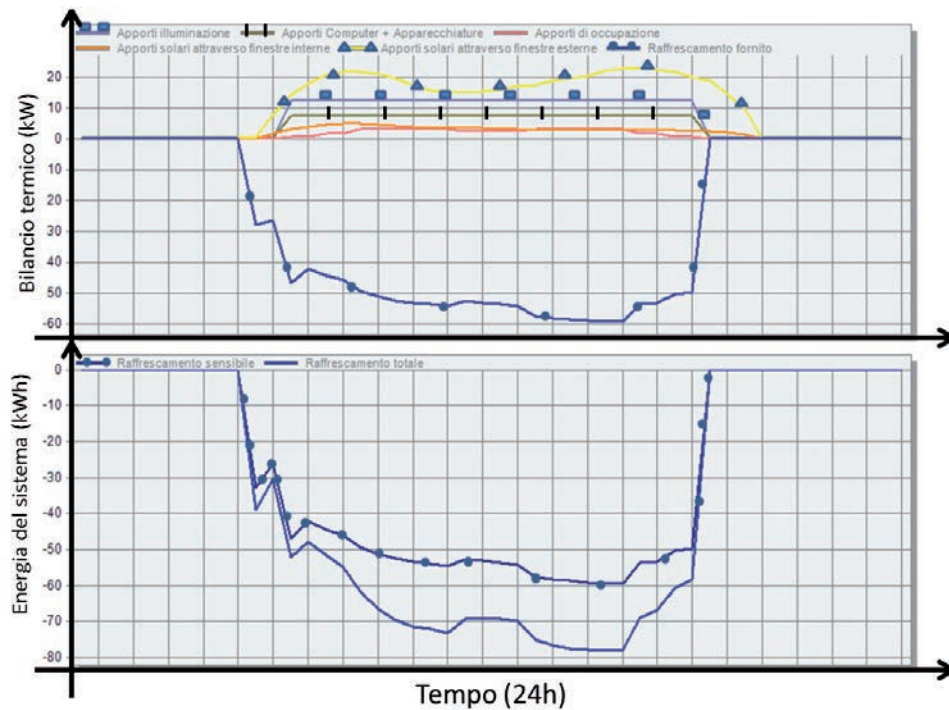


Figura 15 – Posizionamento motocondensanti VRV

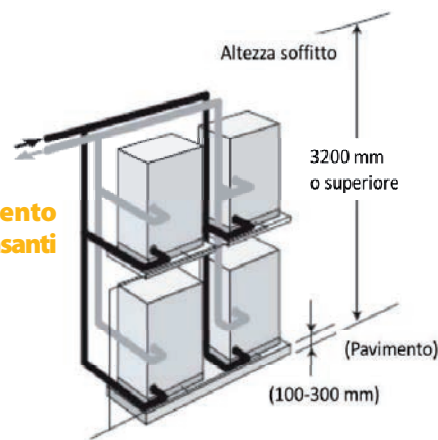
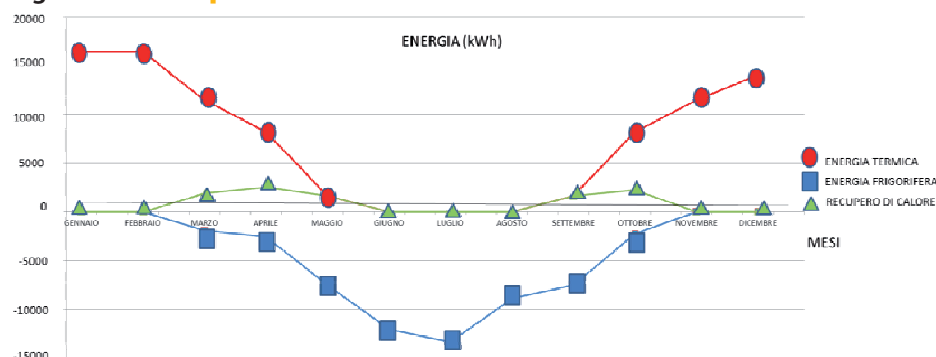


Figura 16 – Recupero di calore tra le zone termiche



altezza, presenta la naturale tendenza a stratificare la temperatura creando delle problematiche per la regolazione climatica degli ambienti. Per questi motivi, si è scelto di realizzare degli impianti a pannelli radianti a pavimento per il piano terra e il piano interrato e di installare delle unità termoventilanti con funzione di destratificazione (Fig.12). Queste ultime permetteranno il rimescolamento dell'aria adottando la ripresa dell'aria in prossimità delle capriate in copertura e la mandata ai piani inferiori.

La climatizzazione sia estiva che invernale della zona di intercapedine sarà garantita dall'abbinamento tra gli impianti radianti, i ventilconvettori e l'aria primaria.

Il grafico di Fig.13 illustra come sono ripartiti i carichi termici invernali; ne risulta che con una temperatura esterna pari a -5°C la potenza di progetto richiesta all'impianto è pari a 87 kW.

Per quanto riguarda il funzionamento estivo degli impianti dell'edificio, l'andamento dei carichi termici da compensare sono stati valutati con un software di simulazione dinamica (Fig.14). Il valore di progetto calcolato nel funzionamento in raffreddamento è pari a 80 kW.

Impianto VRV

La soluzione adottata per la climatizzazione estiva ed invernale dell'edificio "Ex generatori" si identifica in un impianto ad espansione diretta tipo VRV nella versione geotermica con condensazione ad acqua; oltre ai sistemi VRV vi saranno altre pompe di calore dedicate, sempre del tipo acqua-acqua geotermiche, che si integreranno con funzioni specifiche negli impianti dell'edificio: la pompa di calore a servizio dell'unità di trattamento aria, la pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria e la pompa di calore per il condizionamento della sala CED.

Le ragioni che hanno condotto alla scelta dei sistemi VRV sono state, oltre all'efficienza energetica e all'affidabilità che identifica questa soluzione, la possibilità di assicurare un'ottima integrazione architettonica in un contesto ad elevata complessità strutturale, la flessibilità ad integrarsi con sistemi idronici e la modularità delle motocondensanti VRV; gli spazi tecnici richiesti sono molto contenuti in quanto vi è la possibilità di sovrapporre in centrale termica i moduli (Fig.15) le cui dimensioni sono 1.000x780x550 mm (AxLxP) ed il peso è pari a 150 kg per ogni unità.

Questo impianto sarà del tipo a 3 tubi con recupero di calore, sistema che permette anche di operare con carichi opposti (riscaldamento e raffreddamento contemporaneo) trasferendo energia tra le varie zone termiche indipendenti asservite dal medesimo sistema frigorifero. Si prevede infatti la necessità di contrastare il gradiente termico verticale che si manifesterà tra il piano interrato e gli uffici posti all'ultimo piano in prossimità del livello delle capriate.

RECUPERO DI CALORE SU DUE LIVELLI

Nelle applicazioni che prevedono l'utilizzo dei sistemi VRV con condensazione ad acqua integrati ad un impianto ad anello (WLHP) il vantaggio energetico che deriva da questa tecnologia è maggiormente enfatizzato in quanto si possono delineare due livelli di recupero di calore (Fig.17):

- **I livello:** recupero di calore lato distribuzione frigorifera che si sviluppa tra la motocondensante VRV e le unità interne collegate al medesimo circuito. Specifiche valvole selettive identificano a valle la singola zona termica indipendente pertanto tra queste zone, grazie alla configurazione impiantistica a 3 tubi, i carichi positivi e/o negativi gravanti sulla singola zona possono essere vicendevolmente compensati.
- **II livello:** recupero di calore lato acqua dell'anello di liquido. I singoli sistemi VRV al servizio delle unità interne andranno a scambiare calore con l'anello di liquido in funzione del tipo di carico che complessivamente è dominante sulle zone termiche asservite. L'anello fungerà da vettore energetico permettendo il bilanciamento dei carichi sotto forma di recupero di calore.

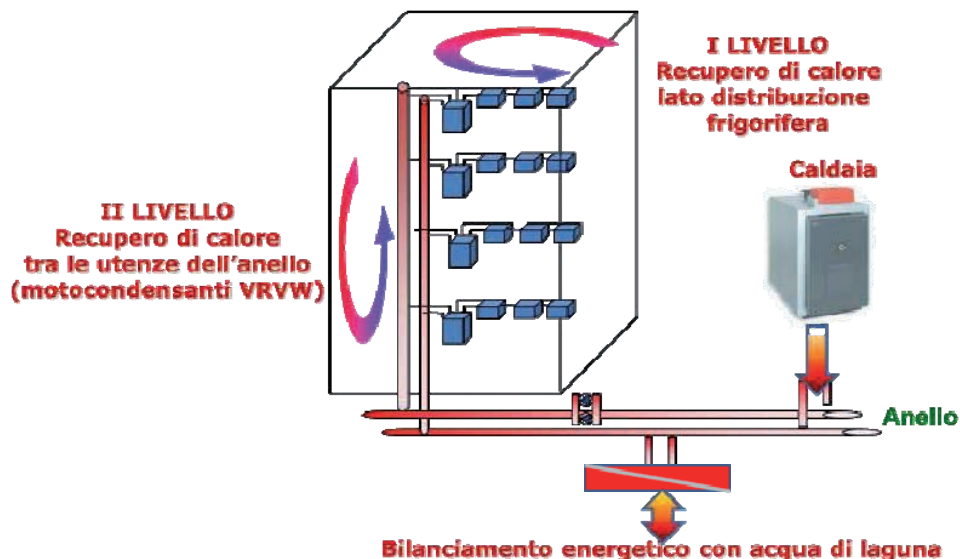


Figura 17 – Recupero energetico su due livelli

La sala conferenze sarà dotata di un ricambio d'aria dedicato, indipendente rispetto all'UTA, effettuato mediante un recuperatore di calore a flussi incrociati integrato e controllato nel sistema VRV

Il sistema VRV è un sistema modulare a espansione diretta di gas refrigerante, costituito da più unità terminali, al servizio dei locali da condizionare, alimentate da una motocondensante (unità esterna) con condensatore raffreddato ad acqua; ogni sistema è modulare nel senso che può lavorare in combinazione con altri gruppi dello stesso tipo, indipendenti tra loro dal punto di vista frigorifero ma, controllati da un unico circuito elettrico ed in grado di raggiungere la potenzialità desiderata. Il controllo dell'intero sistema è affidato alla logica di gestione che risiede nelle varie componenti dell'impianto ed è parte integrante dello stesso.

Ciascuna unità terminale, sebbene collegata allo stesso circuito frigorifero, è indipendente da tutte le altre sia per regolazione che per modalità di funzionamento in quanto nella versione a recupero di calore, le unità terminali sono vicendevolmente indipendenti dal punto di vista della commutazione caldo/freddo; infatti ciascun terminale è in grado di scegliere autonomamente se passare, singolarmente, dalla fase di riscaldamento a quella di raffreddamento (e viceversa) al fine di mantenere le condizioni ambiente richieste.

Questa soluzione consente il massimo risparmio energetico provvedendo a recuperare e trasferire calore dalle zone termiche che devono essere raffreddate a quelle che devono essere riscaldate; questo processo avviene con maggior

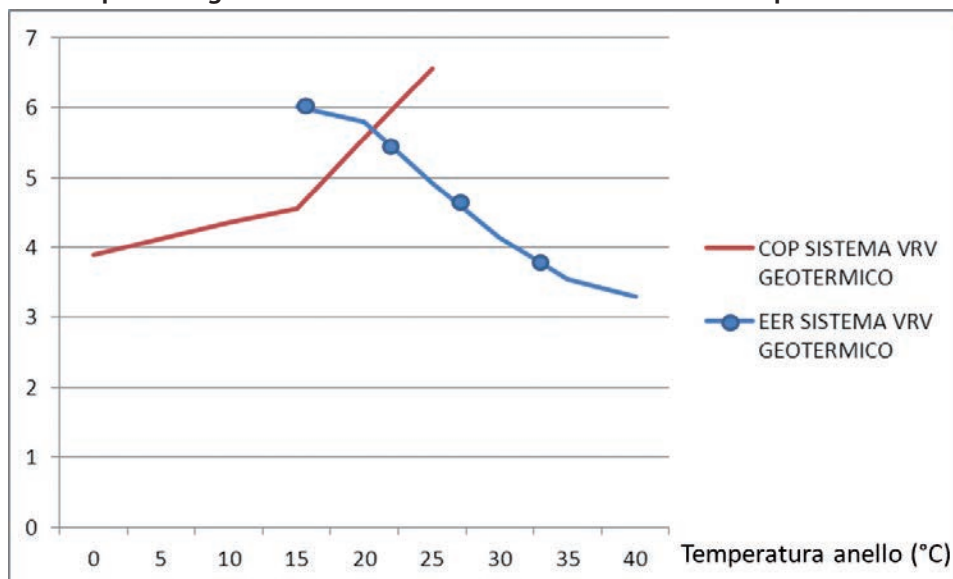
enfasi nelle mezze stagioni stimando un recupero di circa il 12% del totale fabbisogno energetico annuo (Fig.16).

Regolazione della temperatura

Essendo l'edificio "Ex Generatori", per la sua struttura particolare, caratterizzato da un'importante variabilità dei fabbisogni energetici interni in funzione della stagionalità e del diverso utilizzo delle

zone termiche (es: sale riunioni), si stima che la condizione in cui vi sia la richiesta contemporanea di riscaldamento e raffreddamento si manifesti per cospicui periodi dell'anno; a tal proposito è fondamentale impostare una regolazione della temperatura dell'anello che possa massimizzare

Figura 18 – Andamento COP e EER in funzione della temperatura dell'anello. Il grafico deriva dall'analisi dei dati di resa termica e frigorifera ed i rispettivi assorbimenti elettrici dei sistemi VRV in funzione della temperatura di mantenimento degli ambienti da climatizzare, della portata e della temperatura dell'acqua prelevata dall'anello. Questi valori sono illustrati sulle tabelle di resa del manuale tecnico VRV e sono stati opportunamente ponderati considerando la configurazione impiantistica specifica in termini di saturazione dell'impianto (rapporto tra la somma della potenza nominale dei terminali interni e la potenza nominale generata dalla motocondensante) e distribuzione frigorifera che contempla le lunghezze e i dislivelli delle tubazioni con le relative perdite di carico



l'efficienza globale dei sistemi che scambiano calore con il medesimo fluido ma che si trovano ad operare in regimi di funzionamento opposti.

Adattamento ai carichi parziali

Come si può notare dall'andamento dei valori di COP ed EER in

funzione alla temperatura dell'acqua prelevata dall'anello (Fig.18), nel funzionamento a carichi opposti vi è un range di temperatura di mantenimento dell'anello (tipicamente compreso tra i 15 e i 25°C) che permette ai diversi sistemi VRV di operare complessivamente con livelli di efficienza massimizzati.

Motocondensante sistema VRVW

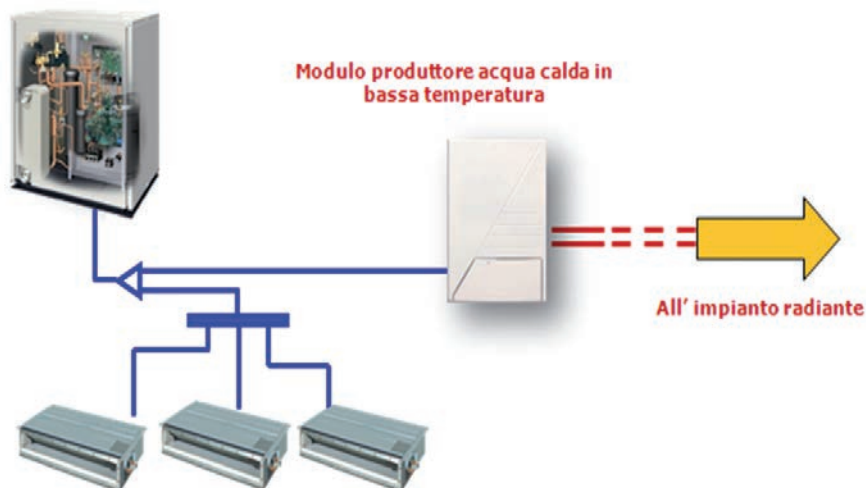


Figura 19 – Sistema integrato terminali ad aria/pannelli radianti

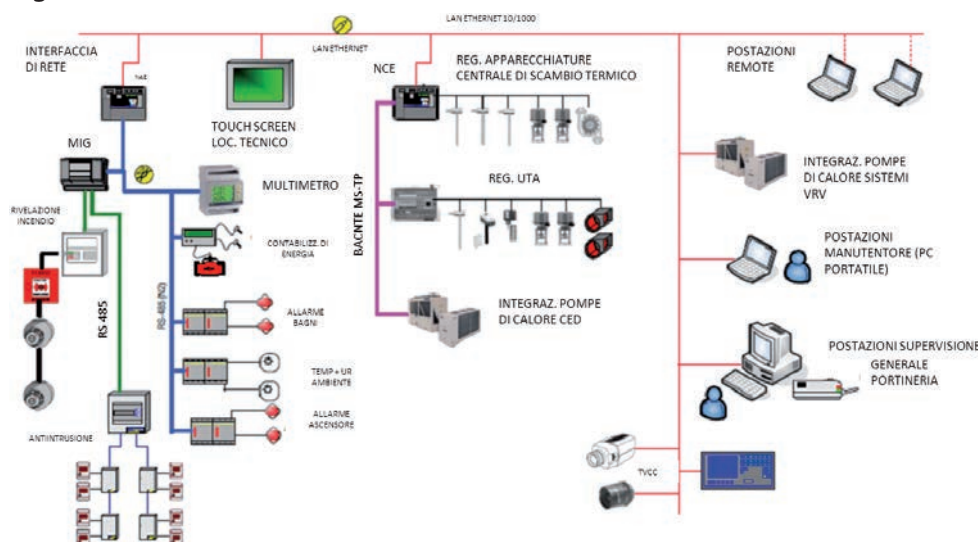
Figura 20 – Pannello comando in ambiente



Figura 21 – Touch Screen centralizzato



Figura 22 – Sistema BMS



L'elemento caratteristico del sistema VRV è la capacità di variare in modo lineare e direttamente proporzionale al carico (sia in raffreddamento, che in riscaldamento) la portata di gas refrigerante in circolazione. Potendo parzializzare su un range variabile dal 10% al 100% della capacità massima erogabile ne risulta un sistema che si adatta bene ai carichi parziali di raffreddamento e riscaldamento e che segue fedelmente le loro variazioni senza consumare più energia del necessario per produrre questi effetti.

L'applicazione dell'inverter ai compressori consente inoltre altri vantaggi, quali l'avviamento alla frequenza minima contenendo le correnti di spunto ed un ampio campo di variazione di superficie evaporante rispetto a quella ideale o nominale.

Integrazione

Ulteriore opportunità dei sistemi VRV è quello di poter integrare nella distribuzione frigorifera anche dei moduli di produzione di acqua calda a bassa temperatura al servizio di pannelli radianti in ambiente permettendo così di disporre di un unico elemento produttore di energia termica (motocondensante VRV) fruibile da due diversi sistemi di distribuzione della potenza stessa (terminali ad aria negli ambienti e pannelli radianti). La filosofia impiantistica dell'edificio "Ex Generatori" infatti contempla il contemporaneo utilizzo, in riscaldamento, dei pannelli radianti e dei terminali ad aria (Fig.19) al fine di ottenere una forte ottimizzazione in termini energetici e di benessere abitativo in quanto i primi consentono di aumentare il comfort in ambiente che deriva dal riscaldamento radiante, i secondi vengono utilizzati per sopperire velocemente alle variazioni repentine di fabbisogno termico compensando così l'elevata inerzia e i tempi di risposta relativamente lunghi dell'impianto radiante. Per quanto riguarda l'alimentazione della batteria idronica di post-trattamento dell'UTA, data la diversa temperatura di produzione dell'acqua rispetto all'impianto radiante, si è scelto di svincolare la produzione dell'acqua dal sistema VRV ed adottare una macchina idronica dedicata collegata sempre all'anello di liquido.

SISTEMI DI CONTROLLO

Il controllo di ciascun terminale interno collegato al sistema VRV viene fatto tramite comando locale (Fig.20) fornendo la possibilità di modificare i principali parametri di funzionamento della singola unità (o delle unità controllate dal medesimo comando) quali la velocità del ventilatore, la temperatura desiderata, la temporizzazione del funzionamento, il timer settimanale ecc.

Ad un livello superiore di controllo si posiziona il pannello centralizzato Touch Screen (Fig.21) con display a cristalli liquidi che permette la supervisione completa dell'impianto di condizionamento da unica postazione.

Questi due livelli di controllo operano con un

L'IMPIANTO SEI MESI DOPO

Nell'edificio convivono in sinergia impianti ad espansione diretta con impianti idronici sia dal lato utenza, con fan coil ad espansione diretta e pavimenti radianti termici, sia dal lato produzione con pompe di calore VRV e pompe di calore idroniche dedicate alla produzione di fluidi per la CTA e per ACS, queste collegate da un circuito primario.

Essendo l'impianto finalizzato alla climatizzazione di un nuovo edificio in un edificio storico, si è verificato il buon funzionamento delle tecniche adottate per evitare il fenomeno della stratificazione dell'aria sui percorsi di collegamento che sono costituiti da passerelle aperte su un ambiente unico con una quota che passa da -3 m a +7 m. Le macchine termoventilanti con funzione destratificatrice e i pannelli radianti a piano terra e interrato hanno dato una ottima prestazione in inverno, mentre si riscontra una leggera ma tollerabile stratificazione in estate a causa dell'elevato irraggiamento proveniente dai lucernari.

Questo impianto è il primo di una serie di edifici ad essere stato connesso ad una

IL PARERE DEL PROGETTISTA

rete di sottoservizi di quartiere che gestisce un anello d'acqua tecnica con bilanciamento termico con acqua prelevata dalla laguna di Venezia.

L'impianto è in esercizio da giugno 2013 ed ha lavorato egregiamente durante la stagione estiva e l'attuale stagione invernale.

L'anello è stato esercito nella configurazione di scambio con la laguna fino al 10 dicembre 2013. Poi, benché il sistema non raggiungesse la temperatura limite inferiore, si è preferito attivare la caldaia integrativa per

mantenere l'anello d'acqua alla temperatura di 15°C, per evitare alcune instabilità che si riscontravano nella fase di riavvio mattutino simultaneo degli impianti.



Tommaso Marella, coordinatore della progettazione degli impianti, Thetis SpA

protocollo di comunicazione "chiuso" di cui è proprietario il produttore del sistema VRV.

L'edificio è stato dotato di un sistema di supervisione generale BMS, pertanto la regolazione ed il comando delle singole apparecchiature in campo nonché la gestione in automatico della centrale termica, è affidata ad un'unità centrale di supervisione e controllo (DDC) con unità periferica installata sul quadro elettrico di centrale. I sistemi di climatizzazione oltre ad essere controllati localmente nell'ambito del protocollo "chiuso" sono integrati a mezzo di Gateway nel sistema BMS (Fig.22) che utilizza il protocollo di comunicazione "aperto" BACnet, consentendo il monitoraggio dei diversi impianti (elettrici, illuminazione, antincendio, climatizzazione, ...) in un'interfaccia grafica comune.

CONCLUSIONI

La presente relazione rende evidente come la pompa di calore sia una tecnologia concretamente applicabile anche in siti caratterizzati da forti vincoli in quanto soggetti a tutela dei beni architettonici ed artistici.

In un ambiente unico e particolare come la laguna di Venezia la tecnologia consente il perfetto inserimento dell'impianto nel contesto specifico, coniugando al meglio l'aspetto estetico con quello energetico grazie all'utilizzo di sistemi in pompa di calore ad elevata efficienza che riescono a sfruttare

al meglio l'energia rinnovabile della laguna.

L'esperienza condotta sull'area nord dell'Arsenale costituisce un esempio applicativo delle migliori eccellenze tecnologiche messe in campo. L'adozione della tecnologia ad anello al servizio dei sistemi in pompa di calore VRV nella particolare versione geotermica con bilanciamento energetico tramite l'acqua di laguna, rappresenta globalmente una soluzione impiantistica ad alto contenuto tecnologico soddisfacendo i diversi requisiti legati all'efficienza e al comfort ambientale oltre che limitare al contempo l'invasività estetica e acustica dei sistemi. L'adozione delle sottocentrali di scambio fornisce oltre che una risposta ai vincoli imposti anche una soluzione impiantistica allo sviluppo architettonico futuro che progressivamente caratterizzerà i diversi edifici appartenenti al compendio dell'Arsenale Nord.

* *Tommaso Marella*, Libero professionista – Venezia, VE

Giovanni Zarotti, Thetis S.p.A. – Venezia, VE

Diego Bosco, Daikin Air Conditioning Italy S.p.A. – Milano, MI

BIBLIOGRAFIA

- Magistrato alle Acque di Venezia. 2009. Il Magistrato alle Acque per il recupero dell'Arsenale Nord. Venezia: Marsilio editori.
- DesingBuilder. 2008. DesignBuilder Simulation + CDF Training Guide. Stroud, Gloucs UK.
- Daikin Europe N.V. 2008. R410a Sistemi VRV. Oostende BE.

Le soluzioni di oggi
per i progetti di domani...

ABBONATI SUBITO!

AiCARR journal

Fascicolo	DOSSIER MONOGRAFICO	FOCUS TECNOLOGICO
#22	Freddo e caldo nell'industria	Pompe di calore
#23	Rinnovabili negli edifici	Manutenzione
#24	Edifici storici	Ventilazione Evacuazione fumi
#25	Building management e telegestione	Sistemi VRF
#26	Impianti per EXPO	Pompe di calore Impianti a portata variabile
#27	Centri sportivi e polifunzionali	Produzione freddo Impianti a tutt'aria
#28	Edifici per l'istruzione	Sistemi antincendio Impianti di riscaldamento
#29	Edifici per la sanità	Impianti radianti Filtrazione Travi fredde



Per richiedere arretrati: abbonamenti@quine.it

Editore: Quine srl - Via Santa Tecla, 4 - 20122 Milano - Italia - Tel. +39 02 864105 - Fax. +39 02 72016740

ABBONATI! INVIARE SUBITO QUESTO TAGLIANDO VIA FAX AL NUMERO 02 72016740 INSIEME ALLA COPIA DEL PAGAMENTO

Desidero abbonarmi ad AiCARR journal al costo di: 55 euro (6 numeri all'anno)

Pagamento

- Versamento su c/c postale N.60473477 intestato a Quine srl - Via Santa Tecla, 4 I w20122 Milano (Allegare copia)
- Bonifico a favore di Quine srl - Credito Valtellinese, ag.1 di Milano - IBAN: IT 88 U 05 2 16 0 1 6 3 1 0 0 0 0 0 0 0 0 8 5 5 (Allegare copia)
- Carta di credito N. _____ CVV2* _____ Visa Mastercard CartaSi

* Il CVV2 è il codice di tre cifre posizionato sul retro della carta di credito dopo i numeri che identificano la carta stessa per il circuito VISA.

Titolare _____

Scadenza _____

NOME _____ COGNOME _____
 PROFESSIONE _____ AZIENDA _____
 INDIRIZZO _____
 CAP _____ PROV. _____ CITTÀ _____
 TEL _____ FAX _____
 EMAIL _____
 DATA _____ FIRMA _____

Valvole intelligenti



per migliorare l'efficienza dei sistemi di raffreddamento idronici

L'utilizzo di valvole che oltre a regolare la portata dell'acqua refrigerante sono anche pressure independent, ovvero in grado di auto bilanciarsi, consente di ottenere un notevole risparmio dei costi operativi

di Dario Fusco

RISALE AL 2001 UN ESPERIMENTO condotto in due campus universitari, il primo in Massachusetts e il secondo in Colorado, con l'obiettivo di ottimizzare la gestione degli impianti di refrigerazione attraverso il controllo della differenza di temperatura ΔT fra mandata e ritorno dalle batterie di raffreddamento.

La soluzione adottata prevede l'utilizzo di particolari valvole (già commercialmente disponibili) che, oltre ad essere di per sé indipendenti dalla pressione, sono state in questo caso dotate di un'intelligenza, la quale permette di variare la portata

delle batterie di raffreddamento al fine di mantenere costante un assegnato ΔT , così da massimizzare l'efficienza del sistema di refrigerazione.

Infatti il cosiddetto fenomeno della "ΔT degradation" incide negativamente sull'efficienza dell'impianto, evidenziando quindi la necessità di mantenere costante il ΔT al valore ottimale (di progetto).

La degradazione del ΔT

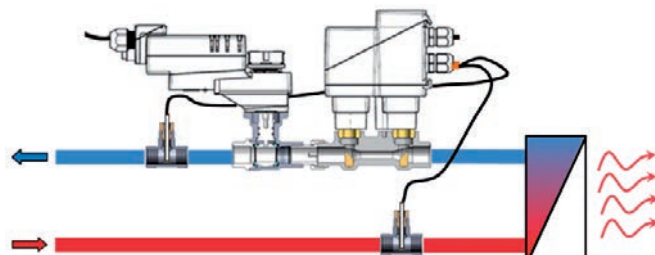
Tutte le macchine frigorifere a portata variabile impiegate negli impianti di raffreddamento idronici presentano l'efficienza maggiore nel caso in cui

il ΔT venga mantenuto costante ad un determinato valore ottimale. Di conseguenza anche la progettazione dell'intero impianto (macchine, reti e terminali) viene eseguita con riferimento a tale condizione (Taylor, 2002).

Questa assunzione rimane però spesso disattesa, in quanto nella maggior parte delle applicazioni si osserva un ΔT di gran lunga più basso di quello di progetto: questo è il fenomeno detto "ΔT degradation", qui

LA "ENERGY VALVE"

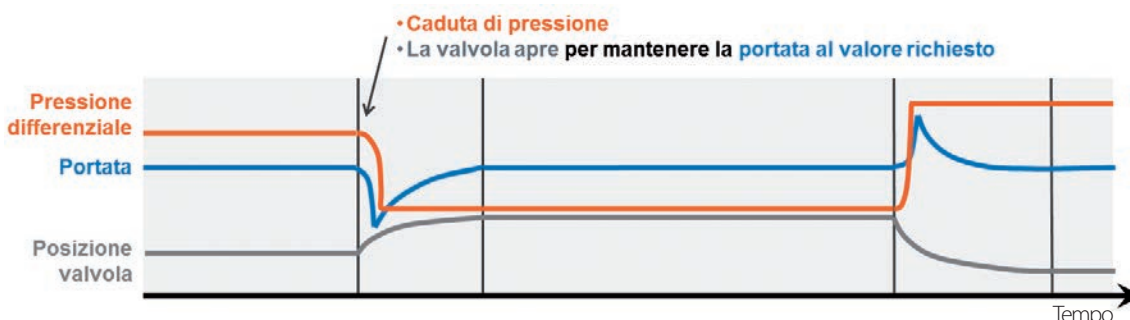
La "Energy valve" è la valvola a sfera a pressione indipendente sviluppata da Belimo. Grazie all'impiego di un innovativo misuratore di portata ed al disco equipercentuale brevettato la valvola garantisce una erogazione precisa e lineare della potenza della batteria anche a carichi parziali molto bassi in modo dinamicamente autobilanciato e quindi senza la necessità di ulteriori dispositivi e operazioni di taratura. La costante misurazione della portata affiancata da quella della temperatura, sulla mandata e la ripresa del circuito, permettono alla Energy Valve di poter leggere, registrare e regolare l'esatta potenza erogata, rendendo disponibili tutti i valori in tempo reale al BMS dell'edificio. L'elettronica a bordo dell'attuatore consente inoltre di attivare efficaci e sofisticate strategie di ottimizzazione dell'impianto, limitando l'eccessiva riduzione del ΔT dell'acqua ai capi della batteria (funzione "AT limiter") o rendendo l'erogazione della potenza indipendente



La "Energy Valve" e le sue componenti

Attuatore con webservice integrato

Esempio di funzionamento indipendente dalla pressione e bilanciato dinamicamente



dalle fluttuazioni della temperatura dell'acqua di mandata (funzione "Temperature independent") oltre che dagli sbalzi di pressione. Tali strategie sono attivabili allo start-up dell'impianto o, in modo cautelativo, dopo un certo periodo di funzionamento; grazie al proprio datalogger interno, in grado di registrare i dati per oltre un anno, è possibile attivare e adattare le funzioni evolute senza la richiesta altri sistemi complessi di acquisizione dati.

Disponibile da DN15 fino a DN150 la Energy Valve è in grado di regolare circuiti idronici con portate da 0 a 162 m³/h.



IMPROVING CAMPUS CHILLED WATER SYSTEMS WITH INTELLIGENT CONTROL VALVES: A FIELD STUDY

The degradation of the temperature difference between supply and return flow, known as ΔT degradation, in chilled water systems has been widely observed and documented over the last 25 years. High pumping energy consumption as well as reduced efficiency of the chillers operating under part-load conditions, lead to a decrease of overall system efficiency of chilled water plants. This article describes a field study conducted on two university campuses in Massachusetts and Colorado during the cooling season of 2011. The purpose of this experimental study was to alleviate ΔT degradation problems on both campuses through the use of intelligent pressure-independent control valves, and to quantify the improvements achieved. The MA field results revealed that the intelligent control valves when coupled with a ΔT management strategy have allowed the campus to serve additional cooling load on its campus with the same distribution and central plant system.

Keywords: chilled water plants; delta T degradation; energy efficiency; building retrofits

letteralmente tradotto come degradazione del ΔT .

Il principale effetto della degradazione del ΔT è l'aumento dei costi di esercizio dovuti in prima istanza

alla maggior energia necessaria per il funzionamento delle pompe: si ricorda infatti che la potenza termica si calcola come $Q = m \times c_p \times \Delta T$, per cui ad una riduzione della differenza di temperatura si rende necessario appunto un aumento

Stato	T _{mandata H2O} [°C]	T _{mandata Aria} [°C]	Umidità relativa aria mandata (RH) [%]
1	5	28	40
2	5	28	80
3	9	28	40
4	9	28	80

Tabella 1 – Le quattro condizioni operative esaminate nella simulazione.

In tabella vengono riportati i risultati di questo metodo nelle quattro condizioni operative sopradescritte: in particolare è di interesse notare che il 90% della potenza è raggiunto già al 50% della portata. Sfruttare il rimanente 10% risulta estremamente più oneroso in quanto richiede il raddoppio della portata. Quindi ad esempio, considerando il caso 1, per ottenere il 90% del carico termico è necessario mantenere il ΔT ad un valore di 6 K. Nel caso specifico dell'esperimento qui riportato, il valore è stato fissato a 6,7 K.

della portata. Ulteriori costi possono anche derivare dall'eventuale necessità di dover attivare altri chiller e altre torri di evaporazione, senza che l'intera potenza frigorifera dei chiller venga correttamente sfruttata.

Da diversi anni questo argomento viene studiato e dibattuto: Taylor (2002) asserisce che le principali cause di questo fenomeno di degradazione sono il sovradimensionamento delle valvole, la mancanza di bilanciamento e le non perfette condizioni delle batterie.

Per tale ragione, in questo caso di studio sono state adottate delle valvole auto bilancianti e che consentono inoltre regolare la portata da comando remoto.

L'originalità è rappresentata dalla messa a punto di un algoritmo che determina la portata necessaria per mantenere costante un ΔT prefissato.

Cooling coil performance modeling

Per quanto riguarda l'individuazione del valore ottimale di ΔT , Mc Quiston, Parker e Spitler (2005) hanno presentato uno strumento di simulazione in grado di individuare le curve di funzionamento delle batterie di raffreddamento in diverse condizioni operative. In questo metodo vengono fornite le seguenti definizioni: Δ

- La portata d'acqua normalizzata ϕ come rapporto tra portata d'acqua corrente in una batteria e portata d'acqua massima.
- La potenza termica normalizzata q_{tot} come rapporto tra potenza termica corrente e potenza

termica massima, misurata alla massima portata d'acqua.

Inoltre vengono definite le seguenti quattro condizioni operative che descrivono lo scambio di potenza nella batteria tra aria ed acqua (vedasi Tabella 1).

Descrizione del caso di studio

Il progetto è stato realizzato prima nel campus del Massachusetts Institute of Technology e in seguito replicato presso la University of Colorado.

Per quanto concerne il campus nel Massachusetts, il sistema di refrigerazione aveva una potenza termica di 107 MW ed era composto da sei batterie di raffreddamento e da un elevato numero di fan-coil.

Un precedente studio condotto nel 2008 aveva rilevato che il ΔT a cui operava l'impianto era di appena 1,1 K, contro i 3,3 K di progetto: la causa principale di questa degradazione è stata identificata nel sovra-pompaggio nelle batterie. Da questo studio risultò che se si fosse portato il ΔT da 1,1 K a 6,7 K, si sarebbero risparmiati \$ 1,5 M annui.

L'applicazione delle valvole

Inizialmente sono state installate due valvole su due delle sei batterie di raffreddamento: una valvola pressure independent e un'altra più grande a globo tradizionale (non essendo ancora disponibile la pressure independent della taglia necessaria), entrambe dotate del sistema di controllo del ΔT fissato a 6,7 K, (Figura 1).

Entrambe le valvole hanno prodotto buoni risultati, ma quella indipendente dalla pressione ha presentato una varianza minore grazie al miglior controllo sulla portata, dovuto alle minori oscillazioni causate dalla pressione. Pertanto, appena sono state rese disponibili, altre quattro valvole pressure independent sono state montate sulle rimanenti batterie di raffreddamento. Ciascuna delle sei valvole è stata collegata ad un laptop dedicato e collegato alla rete internet, così da permettere il loro monitoraggio e l'acquisizione in continuo dei dati da remoto, in particolare la portata e il ΔT .

I risultati

La Figura 3 riporta i dati acquisiti dalla batteria n.6, che confermano gli andamenti delle curve teoriche riportate nella Figura 2: in particolare, è da notare che al ΔT di 6,7 K di progetto corrisponde una potenza superiore al 90%.

La Figura 4 riporta le ore di utilizzo a saturazione e le ore di funzionamento totali delle 5 batterie che montano la valvola pressure independent nel mese di Luglio. Si nota che i 5 apparecchi hanno risposto in modo molto diverso tra di loro. In particolare AHU 1 e AUH 4 presentano un rapporto compreso tra il 10% e il 15%, mentre AHU 2, AHU 3, AHU 6 presentano invece un rapporto compreso tra il 40% e l'80%.

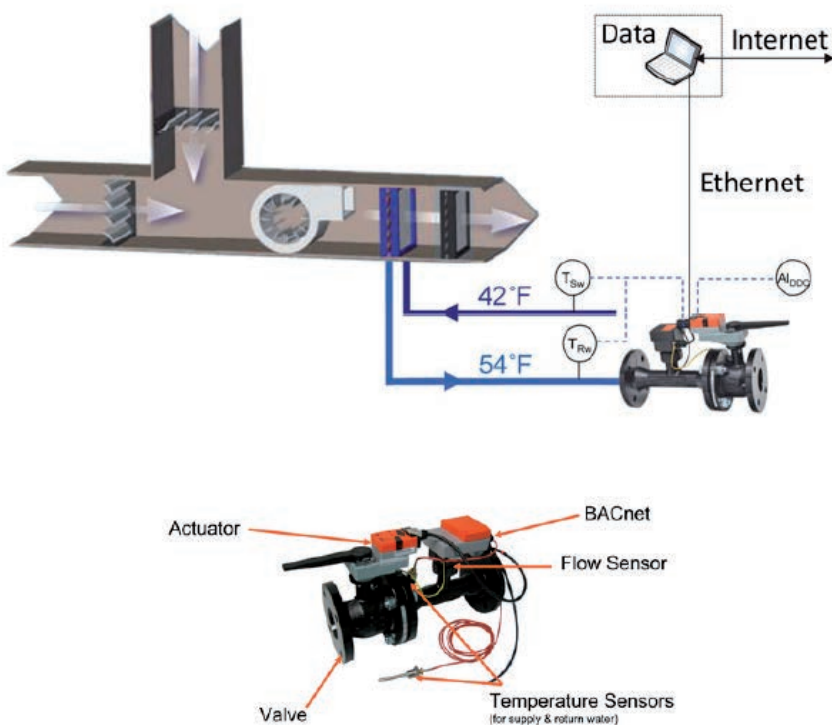


Figura 1 – Schema di configurazione delle batterie (in alto). Valvola di controllo (in basso)

Figura 2 – Grafico delle performance delle batterie (in alto). Andamento del ΔT in funzione della portata normalizzata (in basso)

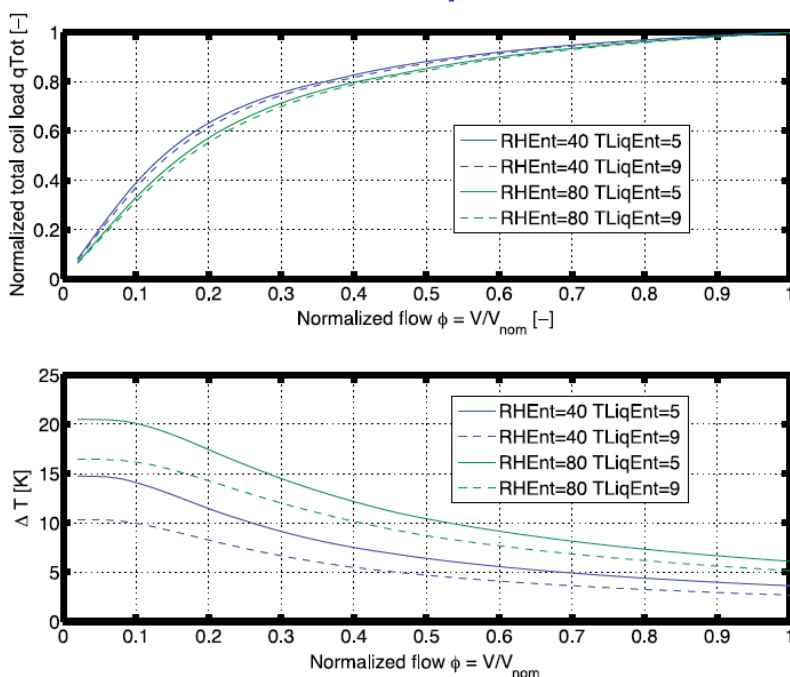


Figura 3 – Performance della batteria 6 (AHU-6) tra il 1-7 e il 22-7 del 2011

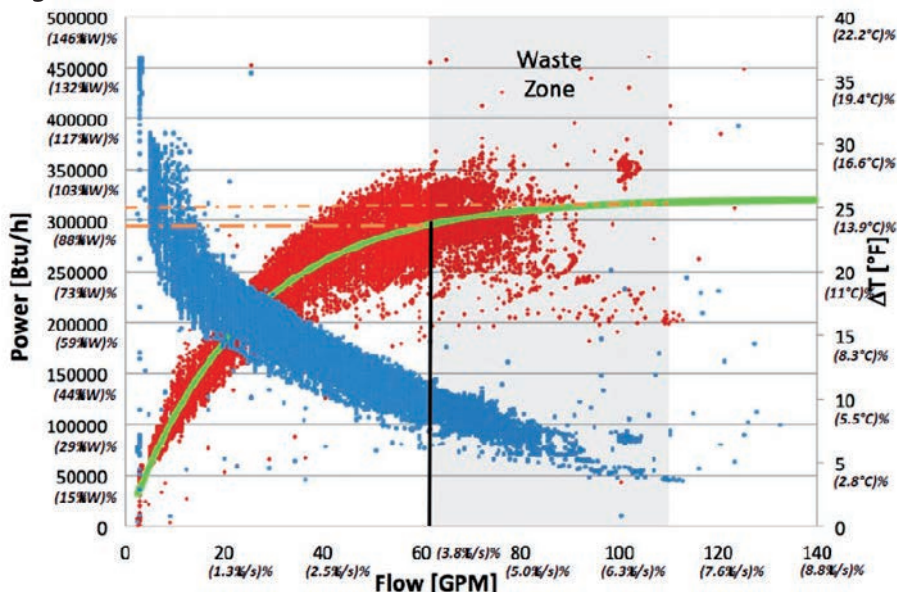
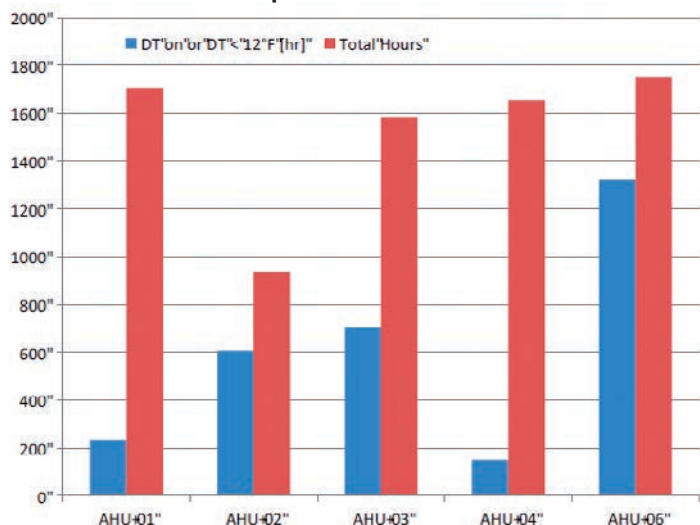


Figura 4 – Ore di saturazione vs ore totali di funzionamento delle sei batterie dell'impianto in Massachusetts



BIBLIOGRAFIA

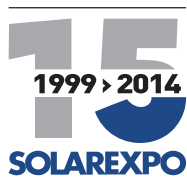
- Bahnfleth, W. and E. Peyer (2006) "Energy use and economic comparison of chilled water pumping alternatives." ASHRAE Transactions Vol. 112 Pt.2, pp.198-208.
- Fiorino, D.P. (1996) "Twenty-five ways to raise your chilled-water temperature differential." ASHRAE Transactions, Vol. 102 Pt. 1, pp. 567-572.
- Floss, A.G. (2005) "Effizienzmessung bei Brennwert-Heizungsanlagen." IHKS Fachjournal 2005/2006 (Fachzeitschrift für Planungsbüros, Anlagenbau, Öffentliche Hand und Fachhandel), pp. 94-97.
- Hartman, T.B. (2000) "High-efficiency pumping and distribution system incorporating a self-balancing, modulating control valve." U.S. Patent No. 6,352,106, U.S. PTO.
- Harrell, J.M. and Mathias, J.A. (2009) "Improving efficiency in a campus chilled water system using exergy analysis." ASHRAE Transactions, Vol. 115 Pt. 1, pp. 507-522.
- Hyman, L.B. and D. Little. "Overcoming Low Delta-T, Negative Delta-P at Large University Campus." ASHRAE Journal, February 2004: 28-34.
- Ma, Z. and Wang, S. (2010) "Enhancing the performance of large primary-secondary chilled water systems by using bypass check valve." Energy doi:10.1016/j.energy.2010.10.042
- McQuiston, F., J. Parker, and J. Spitler (2005) Heating, Ventilating, and Air Conditioning. Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Reed, M.A. and Davis, C. (2007) "Chilled water plant savings at no cost." Energy Engineering, Vol. 105 Pt. 2, pp. 59-76.
- Taylor, S.T. (2006) "Chilled water plant retrofit – a case study (Sonoma State University)." ASHRAE Transactions, Vol. 112 Pt. 2, pp. 187-197.
- Taylor, S.T. (2002) "Degrading Chilled Water Plant Delta-T: Causes and Mitigation." ASHRAE Transactions, Vol. 108 Pt. 1, pp. 641-653.

Infine è di non scarso rilievo pratico rilevare il fatto che il monitoraggio continuo ha permesso inoltre di rilevare malfunzionamenti delle batterie dovuti per esempio a sporcamento. Inoltre esso ha consentito di elevare il livello di refrigerazione dell'impianto, aumentando il ΔT dal valore di progetto di 3,3 K a 6,7 K, sebbene il progetto stesso risalga al 1947.

Conclusioni

Il caso di studio presentato dimostra che è possibile realizzare impianti di raffrescamento che operano a ΔT costante attraverso l'uso di valvole che consentono di regolare la portata dell'acqua refrigerante, ottenendo così un notevole risparmio dei costi operativi. Maggiori benefici si ottengono nel caso che queste valvole siano anche pressure independent, ovvero siano in grado di auto bilanciare, in quanto consentono un maggior controllo della portata. ■

Articolo tratto da: "Improving campus chilled water systems with intelligent control valves: a field study", pubblicato su ASCE da Gregor P.Henze, Walter Henry e Marc Thuillard, AEI 2013 © ASCE 2013, pp.102-11



SOLAREXPO • THE INNOVATION CLOUD

INTERNATIONAL EXHIBITION & CONFERENCE
renewables | grid technologies | e-mobility | efficiency



FIERA MILANO - RHO • 7 - 9 MAGGIO 2014



Info

tel +39 0439 849 855
info@innovationcloud-expo.com
info@solarexpo.com



www.innovationcloud-expo.com
www.solarexpo.com

CONCEPT & REALIZZAZIONE EVENTO
exp energie

Aperti i battenti del 49° Convegno internazionale AiCARR (Roma, 26-28 febbraio)

Progettisti di impianti, architetti, restauratori, rappresentanti delle istituzioni si trovano ora intorno al tavolo di discussione offerto dal 49° Convegno internazionale dal titolo «Edifici di valore storico: progettare la riqualificazione. Una panoramica, dalle prestazioni energetiche alla qualità dell'aria interna», organizzato in collaborazione con ASHRAE e con il patrocinio del Ministero dei Beni Culturali, REHVA, e IIR. L'obiettivo comune è collaborare per garantire al patrimonio storico le indispensabili performance energetiche e di comfort interno, nel rispetto dell'espressione storico-architettonica e della normativa vigente.

La Sessione Plenaria (26 febbraio, pomeriggio)

Nella cornice del Refettorio Quattrocentesco di Palazzo Venezia, la Sessione Plenaria si apre con i saluti introduttivi del Presidente Michele Vio, seguiti dall'intervento del Presidente Eletto Livio de Santoli, che illustra le Linee di indirizzo per l'efficienza energetica del patrimonio di interesse storico-culturale. Oltre alla profonda esperienza professionale sul tema dell'efficienza energetica in ambito architettonico, il prof. de Santoli porta al Convegno la testimonianza della sua partecipazione, in rappresentanza dell'Associazione, al Gruppo di lavoro ministeriale a cui è affidata la redazione delle Linee guida per il recupero degli edifici storici: un importante riconoscimento all'impegno e alla competenza di AiCARR sul tema della riqualificazione energetica.

La voce delle istituzioni è rappresentata da Antonia Pasqua Recchia, Segretario Generale del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, che presenta una relazione su Esigenze e vincoli per la fruizione e la conservazione degli edifici storici, permettendo alla platea di leggere le tematiche del Convegno nell'ottica del mondo delle soprintendenze. In arrivo da oltreoceano, Thomas H. Phoenix, Presidente Eletto ASHRAE, illustra l'approccio statunitense all'impiantistica a servizio degli edifici storici e, in generale, degli edifici esistenti, portando la discussione su un piano di confronto e scambio di know how a livello internazionale. La Sessione Plenaria si conclude con gli interventi di altri due eminenti relatori, esperti in due diversi ambiti: Gianni Silvestrini, direttore di Kyoto Club, per anni ricercatore universitario e del CNR sul tema delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica, e Giovanni Carbonara, Direttore della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio dell'Università La Sapienza di Roma e uno dei massimi esponenti della Scuola romana del restauro architettonico. «Energie rinnovabili ed edifici storici» ed «Efficienza energetica come strumento

Gli eventi AiCARR a MCE 2014 (Fieramilano, 18-21 marzo)

AiCARR e Mostra Convegno Expocomfort costituiscono un binomio che si ripropone con successo dalla nascita del Salone milanese, ora giunto alla sua 39° edizione. Anche quest'anno, dunque, la nostra Associazione sarà presente a MCE, e lo farà presentando agili appuntamenti, ideali per chi desidera visitare in tranquillità il Salone, intervallando il giro degli stand con occasioni di aggiornamento e confronto tecnico, culturale e normativo.

Il programma vede in agenda il Seminario AiCARR e i due Seminari organizzati in collaborazione con REHVA e ASHRAE e i tre appuntamenti di aggiornamento tecnico a cura di AiCARR Formazione.

Ricordiamo che, nell'edizione 2012, gli eventi AiCARR in MCE hanno fatto registrare un'affluenza di pubblico internazionale oltre ogni previsione.

I Seminari AiCARR, REHVA e ASHRAE

Il Seminario AiCARR «Verso una legge quadro per l'energia degli edifici?» illustrerà, con l'intervento del Presidente Eletto Livio de Santoli e di altri qualificati relatori, anche provenienti dal mondo istituzionale, una possibile proposta che AiCARR potrebbe sottoporre alle Istituzioni per

di tutela» sono i temi intorno ai quali si sviluppano rispettivamente le loro relazioni.

Le Sessioni tecniche e la Sessione Poster (27 e 28 febbraio)

Gli interventi di conservazione e riqualificazione degli edifici storici - palazzi affrescati, musei archeologici ed artistici, antichi teatri - devono necessariamente tenere conto di molti aspetti: dal rispetto dei vincoli normativi ai quali sono sottoposti i beni culturali, alla fattibilità economica degli interventi, alla corretta diagnosi energetica dell'edificio, all'efficienza del sistema impiantistico, anche attraverso l'integrazione con le fonti rinnovabili, al monitoraggio del microclima, che deve assicurare la corretta conservazione dell'edificio stesso e delle opere eventualmente esposte, alla qualità dell'aria interna per il comfort dei visitatori e degli addetti ai lavori. A questo, si devono aggiungere le esigenze di riqualificazione dell'involucro attraverso l'utilizzo di materiali di finitura in grado di accrescere le performance dell'edificio nel rispetto dell'estetica e la richiesta, in particolare per i teatri, di soddisfacenti prestazioni di illuminazione e acustica.

Le tre Sessioni tecniche e la Sessione poster prendono in esame questi molteplici aspetti, ponendo anche l'accento sulle metodologie già sperimentate con successo e sugli standard e protocolli applicabili; i casi di studio presentati permettono di entrare nel dettaglio tecnico di alcuni gioielli del patrimonio storico e architettonico, in particolare italiano, quali la Camera degli sposi di Mantova, il Cenacolo Vinciano, la Cappella degli Scrovegni, il teatro greco di Siracusa.

La Tavola rotonda e gli eventi collaterali

Il Convegno si conclude il 28 febbraio nel pomeriggio con la Tavola rotonda sul tema «L'uso della simulazione dinamica per il retrofit energetico del patrimonio edilizio: edifici storici ed edifici esistenti», con la partecipazione di Livio de Santoli, Presidente eletto AiCARR, Vincenzo Corrado, Presidente IBPSA Italia, Roberto Moneta, Ministero dello Sviluppo Economico, Fabio Viero, Tifs Manens, Filippo De Rossi, Università di Benevento e di un rappresentante del Ministero dei Beni Culturali.

Fra gli eventi collaterali, il pomeriggio del 27 febbraio, viene presentata la nuova Guida AiCARR «Efficienza energetica negli edifici storici», illustrata dal prof. de Santoli, e si tiene il confronto fra Ministero per i Beni e le Attività Culturali, AiCARR e Green Building Council Italia sulla «Gestione del retrofit energetico negli edifici storici».

sopperire alla mancanza di chiarezza e di omogeneità a livello nazionale nella regolamentazione legislativa dell'efficienza energetica degli edifici.

Il tema degli edifici a energia quasi zero viene contestualizzato nel patrimonio edilizio esistente con il Seminario REHVA «Towards Low Energy Retrofitted Building»: una sfida decisamente interessante da raccogliere per tutti i professionisti del sistema edificio-impianto e una necessità per una realtà come l'Europa.

Con il contributo di importanti relatori, per la maggior parte ai vertici di REHVA, l'argomento sarà affrontato nell'ottica di alcuni dei Paesi europei federati a REHVA, offrendo una interessante chiave di lettura internazionale.

Le pompe di calore a terreno sono l'argomento al centro del Seminario «Design of Commercial Ground Source Heat Pumps», organizzato in collaborazione con ASHRAE e affidato a due docenti d'eccezione: gli ingegneri Kirk T. Mescher e Lisa Meline, fra i migliori esperti statunitensi sul tema. La loro profonda competenza nell'ambito delle pompe di calore coniuga l'aspetto teorico, sviluppato nell'attività di docenti, con quello pratico, coltivato per anni nella loro carriera professionale che li

vede titolari di importanti imprese di ingegneria. Il costante confronto fra gli esperti AiCARR e ASHRAE assicura ai contenuti del Seminario il necessario riscontro con la realtà normativa italiana.

I Seminari di aggiornamento tecnico a cura di AiCARR Formazione

Il primo dei Seminari Tecnici, proposto nella giornata di apertura del Salone, è incentrato sulla parzializzazione e modulazione di pompe di calore e circuiti frigoriferi e mette in evidenza come un'elettronica evoluta a corredo delle macchine permetta di conseguire notevoli riduzioni sui consumi energetici legati al funzionamento degli impianti. Il corso è affidato al Prof. Renato Lazzarin, Università degli Studi di Padova, sede di Vicenza, e all'Ing. Claudio Zilio, Università degli Studi di Padova.

Il secondo Seminario Tecnico affronta il tema del recupero di calore sull'aria espulsa, fornendo ai partecipanti informazioni utili, finalizzate alla scelta del recuperatore più idoneo in relazione alla tipologia di impianto. Il corso sarà condotto dall'Ing. Michele Vio, libero professionista, Presidente AiCARR.

AiCARR Formazione, infine, dedica il terzo dei suoi appuntamenti al processo del Commissioning in occasione della pubblicazione di una

nuova Guida della collana AiCARR dal titolo "Guida AiCARR sul processo del Commissioning", elaborata dal gruppo di lavoro interno all'Associazione e coordinato dal Segretario Tecnico, Ing. Luca Alberto Piterà, che sarà docente del corso insieme all'Ing. Ugo Benedetti, Tecservice. Il Seminario offre l'occasione per fare il punto della situazione sul processo del Commissioning in Italia, sottolineandone i vantaggi e gli aspetti peculiari e cercando di individuare gli ostacoli che ne rallentano lo sviluppo nel nostro Paese.

L'edizione 2014 del Premio Sanguineti

In occasione di MCE verranno premiati il vincitore e gli autori degli scritti segnalati per il Premio biennale istituito da AiCARR in ricordo di Roberto Sanguineti, quale riconoscimento al migliore scritto relativo ad argomenti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, refrigerazione pubblicato sulla rivista AiCARR Journal o sugli Atti delle manifestazioni culturali organizzate da AiCARR negli ultimi 2 anni.

La partecipazione non comporta domanda di iscrizione; gli scritti vengono esaminati da un'apposita Commissione giudicatrice che sceglie il vincitore del Premio e redige un elenco di scritti meritevoli di segnalazione. Al vincitore verranno assegnati un premio in denaro e una pergamena d'onore. Analoga pergamena verrà conferita agli autori degli scritti segnalati.

Per tutta la durata del Salone AiCARR sarà presente allo stand K01, padiglione 13, dalle 9.00 alle 18.30.

Il programma in sintesi degli eventi AiCARR a MCE

CENTRO CONGRESSI STELLA POLARE			
MARTEDÌ 18 MARZO	MERCOLEDÌ 19 MARZO	GIOVEDÌ 20 MARZO	VENERDÌ 21 MARZO
	10.00 - 13.00	10.00 - 13.00	10.00 - 13.00
	Sala Gemini	Sala Aries	Sala Aries
	CONVEGNO	SEMINARIO TECNICO	SEMINARIO TECNICO
	Verso una legge quadro per l'energia negli edifici?	Recupero di calore sull'aria espulsa	Il Commissioning e il suo valore aggiunto
14.00-18.00	14.00-18.00	14.30 - 18.00	
Sala Aries	Sala Gemini	Sala Gemini	
SEMINARIO TECNICO	SEMINARIO REHVA	SEMINARIO ASHRAE	
Parzializzazione degli impianti frigoriferi	Towards nearly zero-energy retrofitted buildings	Design of Commercial Ground Source Heat Pumps	
STAND AiCARR - PAD. 13 - STAND K01			
MARTEDÌ 18 MARZO	MERCOLEDÌ 19 MARZO	GIOVEDÌ 20 MARZO	VENERDÌ 21 MARZO
9.00-18.30	9.00-18.30	9.00-18.30	9.00-18.30

Ricordiamo l'appuntamento con il 31° Convegno di Padova, dal titolo "Le nuove sfide della progettazione integrata per il benessere e il risparmio energetico negli edifici", in programma il prossimo 5 giugno presso il Centro Congressi di Villa Ottoboni.



Simulazione termoenergetica dinamica: da aprile il nuovo corso AiCARR Formazione-IBPSA Italia

Il panorama delle proposte didattiche di AiCARR Formazione si amplia ulteriormente a partire da aprile con l'inedito corso specialistico sulla Simulazione termoenergetica dinamica, organizzato in collaborazione con la Sezione Italiana dell'International Building Performance Simulation Association (IBPSA Italia).

Questo nuovo corso, organizzato in tre moduli suddivisi in pacchetti

di due giornate, è rivolto a tutti i professionisti che si occupano di previsione numerica delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti di climatizzazione.

Informazioni approfondite sul corso e il calendario dei moduli saranno pubblicati sul prossimo numero.

Progettazione di impianti di climatizzazione: otto corsi essenziali per i nuovi professionisti

La perizia nel progettare un impianto di climatizzazione, scegliendone la tipologia più adeguata alla situazione specifica, è una qualità essenziale per il professionista determinato a operare con successo nel settore della climatizzazione ambientale.

Gli otto moduli "Progettazione di impianti di climatizzazione" fanno parte del Percorso Fondamenti e rappresentano la base indispensabile

per chi si affaccia al mondo della progettazione. Queste giornate sono consigliate anche a tecnici installatori e manutentori e a figure professionali che, pur non specializzate nell'impiantistica per la climatizzazione, hanno necessità di conoscere le caratteristiche principali degli impianti.

Questo il calendario:

DATA	MODULO	COD.
Lunedì 24 marzo	Impianti di climatizzazione: tipologie e criteri di scelta progettuale Il modulo introduce il concetto di sistema "edificio-impianto" ed evidenzia le funzionalità di un impianto di climatizzazione. Presenta le principali tipologie impiantistiche e, con l'ausilio di applicazioni pratiche, illustra i criteri di scelta delle soluzioni da adottare.	PR1F
Martedì 25 marzo	Progettazione di impianti di climatizzazione a tutt'aria: fondamenti Il modulo consente di acquisire le competenze necessarie per la scelta e il dimensionamento dell'impianto ad aria più adeguato al caso trattato, secondo la logica di regolazione ottimale e attraverso l'utilizzo dei sistemi più adeguati a conseguire il risparmio energetico (recupero di calore e raffreddamento gratuito diretto e indiretto) con appositi software di progettazione.	PR3F
Mercoledì 26 marzo	Progettazione di impianti di climatizzazione a tutt'aria: dimensionamento Tematiche principali del corso sono la scelta e il dimensionamento di un sistema di trattamento aria, delle reti aeruliche, dei terminali ad aria, delle modalità di regolazione che garantiscono risultati ottimali nelle diverse varianti applicative. Viene dedicato un approfondimento alle applicazioni - in ambito ospedaliero - degli impianti di climatizzazione a tutt'aria.	PR7F
Lunedì 31 marzo	Progettazione di impianti di riscaldamento ad acqua: fondamenti Il modulo illustra i componenti degli impianti di riscaldamento (caldaie, bruciatori, terminali...), i principali sistemi di distribuzione del fluido termovettore e la strumentazione di controllo e sicurezza. La metodologia per il dimensionamento dell'impianto è spiegata con l'ausilio di esempi pratici.	PR2F
Martedì 1 aprile	Progettazione di impianti di climatizzazione misti aria/acqua: fondamenti Le caratteristiche, le peculiarità e i campi di applicazione degli impianti misti aria-acqua sono il tema conduttore del corso, unitamente alle caratteristiche, alle trasformazioni dell'aria primaria e dell'aria secondaria, alle temperature di funzionamento e ai criteri di scelta dei terminali ambiente.	PR4F
Mercoledì 2 aprile	Progettazione di impianti di climatizzazione misti aria/acqua: dimensionamento Il programma illustra le funzionalità delle parti aria e acqua, la scelta e il dimensionamento del sistema di trattamento aria e delle reti aeruliche, dei terminali ambiente e delle reti idroniche. Le modalità di regolazione che consentono di ottenere risultati ottimali vengono presentate nell'ambito delle diverse varianti applicative.	PR8F
Martedì 8 aprile	Diffusione dell'aria in ambiente interno Il modulo presenta i principali parametri relativi alla diffusione dell'aria negli ambienti, con la definizione delle caratteristiche fondamentali e delle peculiarità dei terminali di diffusione.	PR5F
Mercoledì 9 aprile	Unità di trattamento aria Gli aspetti funzionali, dimensionali e costruttivi dei componenti di un'unità di trattamento aria sono descritti attraverso i trattamenti subiti dall'aria umida al suo interno, ponendo l'accento sulle logiche di regolazione e mettendo in evidenza le specificità in relazione ai diversi sistemi impiantistici in cui una UTA è collocata.	PR6F

Entro il 31 marzo, il rinnovo della quota associativa

Segnaliamo ai Soci che non abbiano ancora provveduto al rinnovo che il 31 marzo è il termine ultimo per pagamento della quota associativa. Fra i vantaggi riservati ai nostri Associati in regola con il versamento della quota, ricordiamo la possibilità di scaricare gratuitamente i tool di ausilio alla progettazione, i pratici strumenti di calcolo che AiCARR offre ai professionisti per supportarli nell'attività quotidiana: la proposta si è recentemente ampliata con i due nuovi tool "Pompa di calore: calcolo potenza" e "Diagramma psicrometrico".

Inoltre, solo ai Soci AiCARR è offerta la possibilità di accedere alla rubrica Job Placement, il servizio pensato per offrire un punto d'incontro

mirato e qualificato a professionisti e aziende che cercano/offrono lavoro.

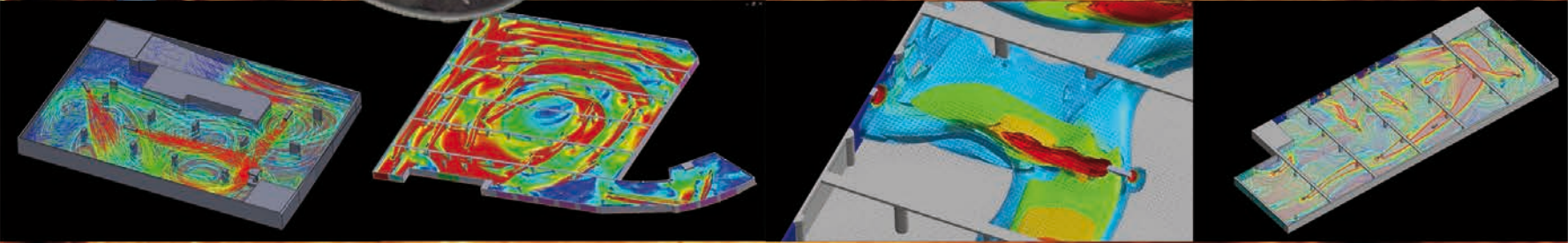
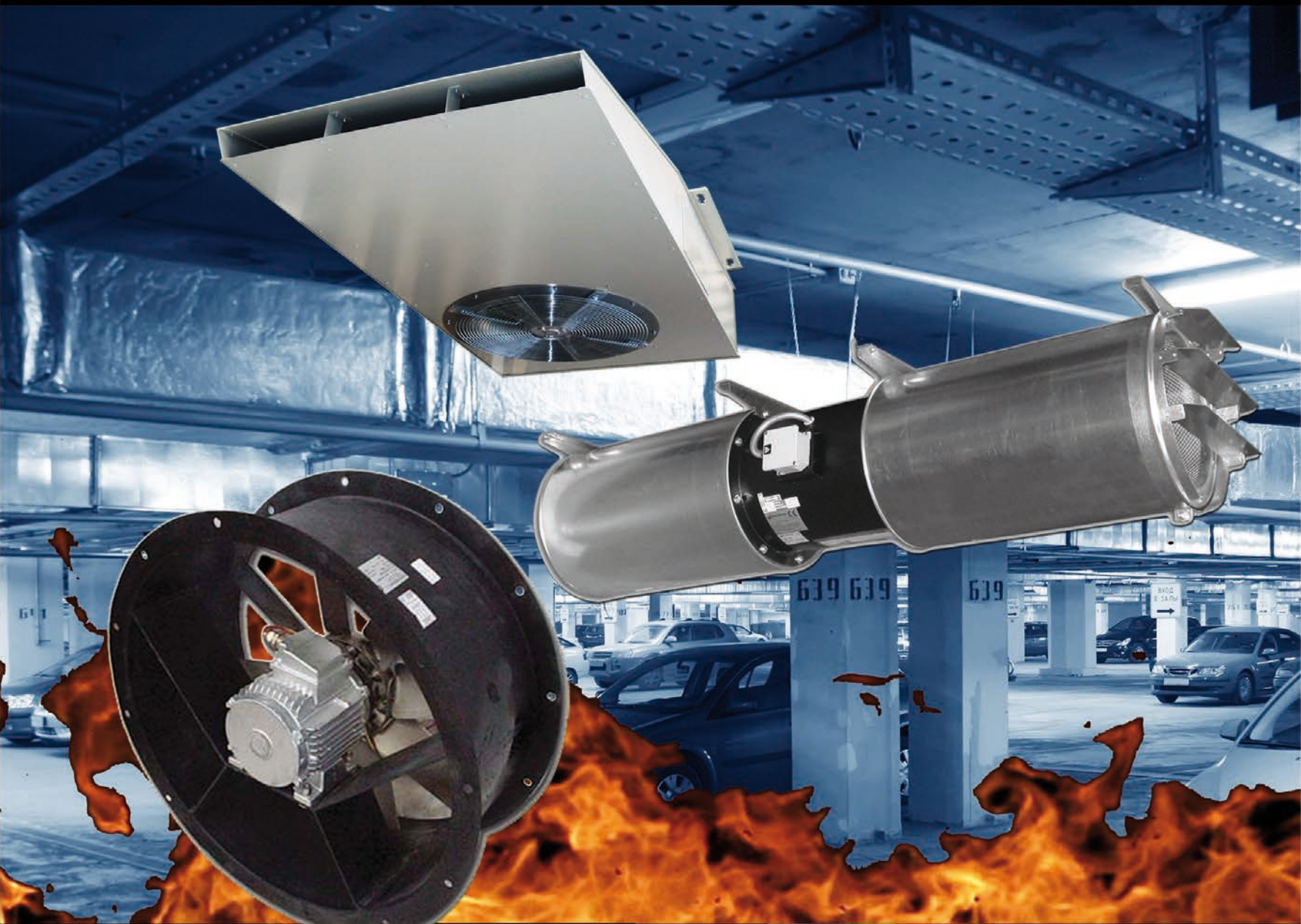
Infine, fra i contenuti riservati ai Soci sul sito, ricordiamo l'area Normative, che propone un archivio "intelligente", aggiornato in tempo reale, di tutte le leggi in tema di efficienza energetica (sezione Legislazione) e di tutte le norme relative alla certificazione energetica ambientale (sezione Certificazione).

Questi servizi si affiancano naturalmente a tutti gli altri vantaggi riservati ai nostri iscritti, quale l'ingresso gratuito ai Convegni nazionali, per i quali rimandiamo al sito www.aicarr.org.

ELEKTROVENT INDUSTRIAL FANS

Via delle Pozzette 18, 25080 Soiano del Lago (BS) - Italy Tel. +39 0365 - 671051 Fax +39 0365 - 671048

Email: info@elektrovent.it - www.elektrovent.it



CAR PARK FANS
VENTILATORI PER PARCHEGGI INTERRATI

ECONOMICO

SEMPLICE

AFFIDABILE

IQ

IQ

FLESSIBILE

ENERGETICAMENTE EFFICIENTE

PRECISO

L'ESPERIENZA CREA LE BASI PER I NOSTRI COMPRESSORI.
L'INTELLIGENZA DA' LORO LA FORMA.

BITZER, compressori intelligenti – che analizzano, comunicano e rispondono per soddisfare le diverse esigenze della refrigerazione e del condizionamento dell'aria. Intelligenti perché valutano costantemente cosa è meglio per te, garantendo una refrigerazione precisa, semplice, affidabile ed economica. Offrono soluzioni intelligenti per le più diverse applicazioni. Maggiori informazioni su www.bitzer.it



THE HEART OF FRESHNESS