FUTUREBUILD
MEETING TOUR 2017

PROGETTO, COSTRUZIONE E AMBIENTE

TORINO 9-10 MAGGIO 2017

MAGGIOLI EDITORE

Daniele Guglielmino
LEED AP, WELL AP, LEED Faculty

Un'osservazione preliminare

Il problema è: "Energia e ambiente" o "Ambiente ed energia"?

- L'energia nella prima crisi petrolifera (anni '70):
  Quanto costerà? Quanta ne resta (fossile)?
- Ma, se si trovassero, ipoteticamente,
  nuove enormi riserve di gas o di petrolio,
  il problema sarebbe risolto? NO

Oggi si aggiunge il problema ambientale:
IL CAMBIAMENTO CLIMATICO
Fondamentale il lavoro svolto dal IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) *www.ipcc.ch*

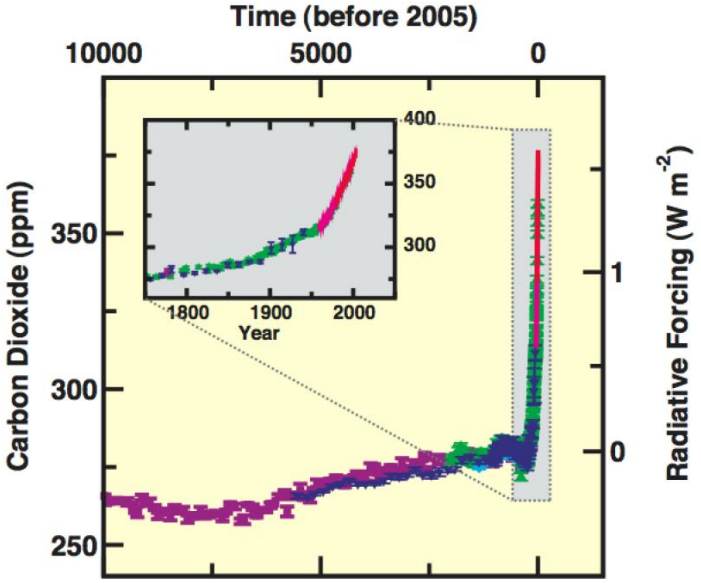


Immagine da
"Climate Change 2007:
The Physical Science Basis"

Quindi: sviluppo sostenibile

“....è lo sviluppo che risponde ai bisogni attuali
senza compromettere alle future generazioni la possibilità di rispondere ai propri”

Definizione della commissione Brundtland (United Nations)

Report of the World Commission on Environment and Development.

General Assembly Resolution 42/187, 11 December 1987].

nel 1991, dalla World Conservation Union, UN Environment Programme and World Wide Fund for Nature, lo identifica come:

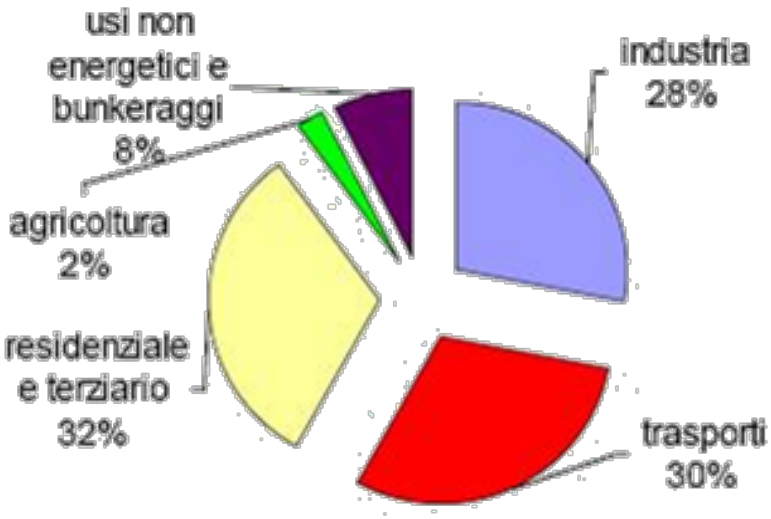
“ ...un miglioramento della qualità della vita, senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi di supporto, dai quali essa dipende”

si tratta di un concetto più ampio di quello di “risparmio energetico”

Perché gli edifici sono importanti?

- i settori residenziale e terziario consumano da soli il 32% dell' energia

- il settore civile è quello che potenzialmente permetterà la maggiore riduzione delle emissioni di CO2-eq



Fonte: elaborazione su dati MSE

Immagine dal Climate Change 2007:
Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers

Classificazione degli edifici

Per età

- EDIFICI ANTICHI
- EDIFICI MODERNI
- EDIFICI POST-BELLICI

Per funzione:

- Edifici monumentali
- Edifici pubblici di servizio
- Edifici residenziali

Linee Guida

LINEE GUIDA PER LA SCELTA DEL CONTROLLO MICROCLIMATICO

(Suggerimenti NORMA UNI 10969, *"BENI CULTURALI. PRINCIPI GENERALI PER LA SCELTA E IL CONTROLLO DEL MICROCLIMA PER LA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI IN AMBIENTI INTERNI"*)

RIMEDI ATTIVI

RIMEDI PASSIVI

- Isolamento termico
- Materiali ad alta inerzia termica e igrometrica
- Filtraggio radiazione solare
- Limitazione scambi incontrollati di calore e vapore

Aspetti Generali del Controllo Climatico

OBIETTIVO: MANTENERE COSTANTE NELL'ARCO DELLE 24 ORE LE CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE LIMITANDO L'ESCURSIONE ANNUALE

TECNOLOGIE PASSIVE

- gli ambienti con tolleranze restrittive dovrebbero ubicarsi al centro dell'edificio, con accesso tramite zone filtro
- gli ambienti con esigenze diverse quanto ad umidità relativa e temperatura vanno isolati termicamente, resistenza alla diffusione del vapore
- per piccoli oggetti che necessitano di un severo controllo microclimatico è opportuno l'uso di vetrine
- limitare il numero di visitatori
- infissi e pareti perimetrali devono garantire una buona tenuta all'aria

Aspetti fondamentali

Deve essere conseguita la climatizzazione con:

Rispetto delle condizioni di comfort;

Rispetto delle porzioni ‘storiche’ dell’edificio (affreschi,…);

Rispetto delle eventuali opere inserite nell’edificio;

Tali attenzioni possono concretizzarsi tramite:

Rinnovo dell’aria

Riscaldamento passivo

Soluzioni passive

Parametri di controllo e di progetto

1. *TEMPERATURA*
2. *UMIDITÀ*
3. *VELOCITÀ E QUALITÀ DELL‘ARIA*
4. *ILLUMINAZIONE*

Il rinnovo dell'aria

- Controllo della qualità dell'aria: eliminazione di inquinanti, contenimento del tasso di CO_2
- Controllo dell'umidità: riduzione di scarsità ed eccessi di umidità

Realizzato mediante

- Infiltrazioni attraverso fessure o aperture varie per gradienti di temperatura o effetti dinamici del vento
- Immissione o estrazione forzata di aria esterna
- Climatizzazione integrale: sono presenti tutti i componenti per il controllo termoigrometrico

Il Diagramma psicrometrico

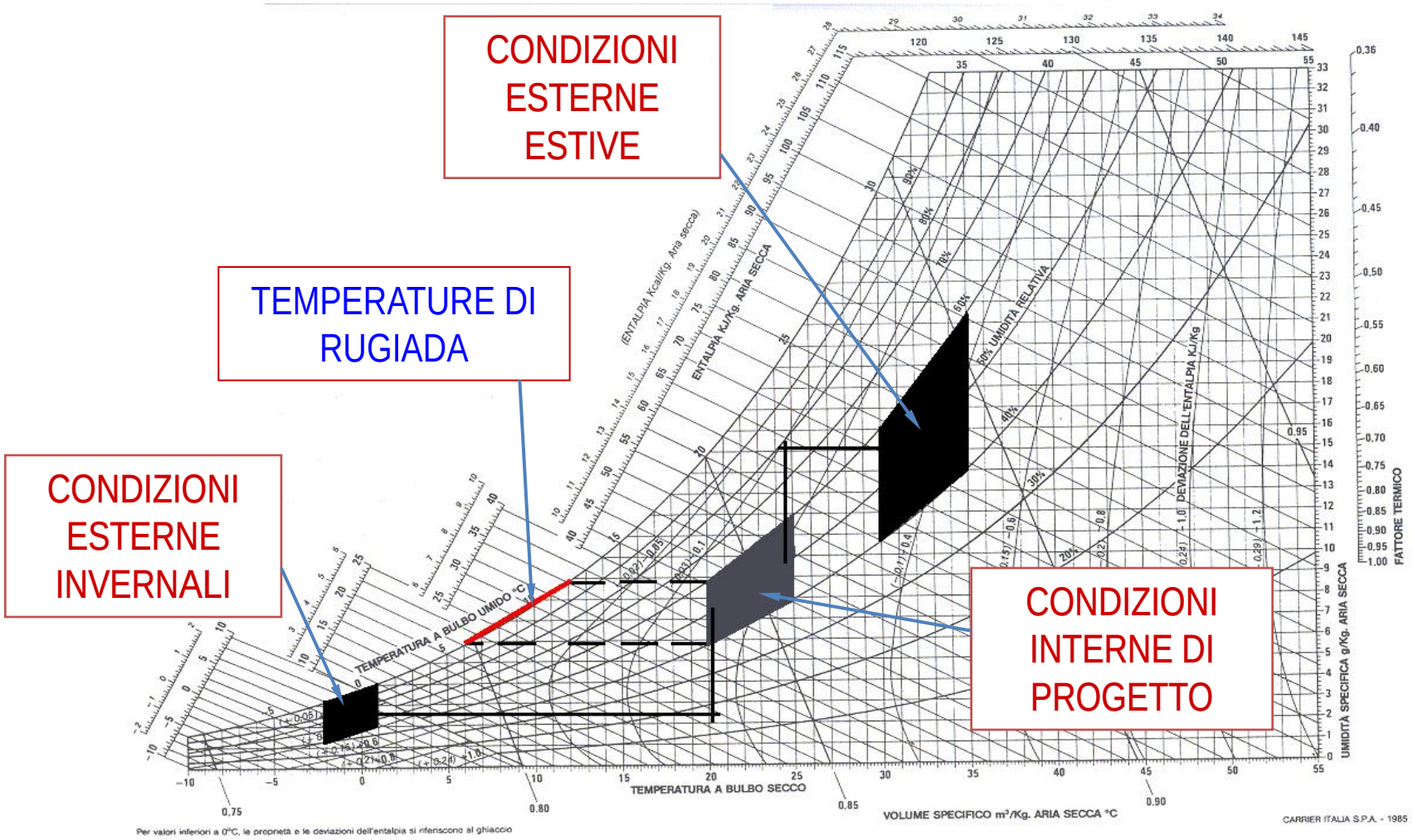


Diagramma psicrometrico: ESTATE

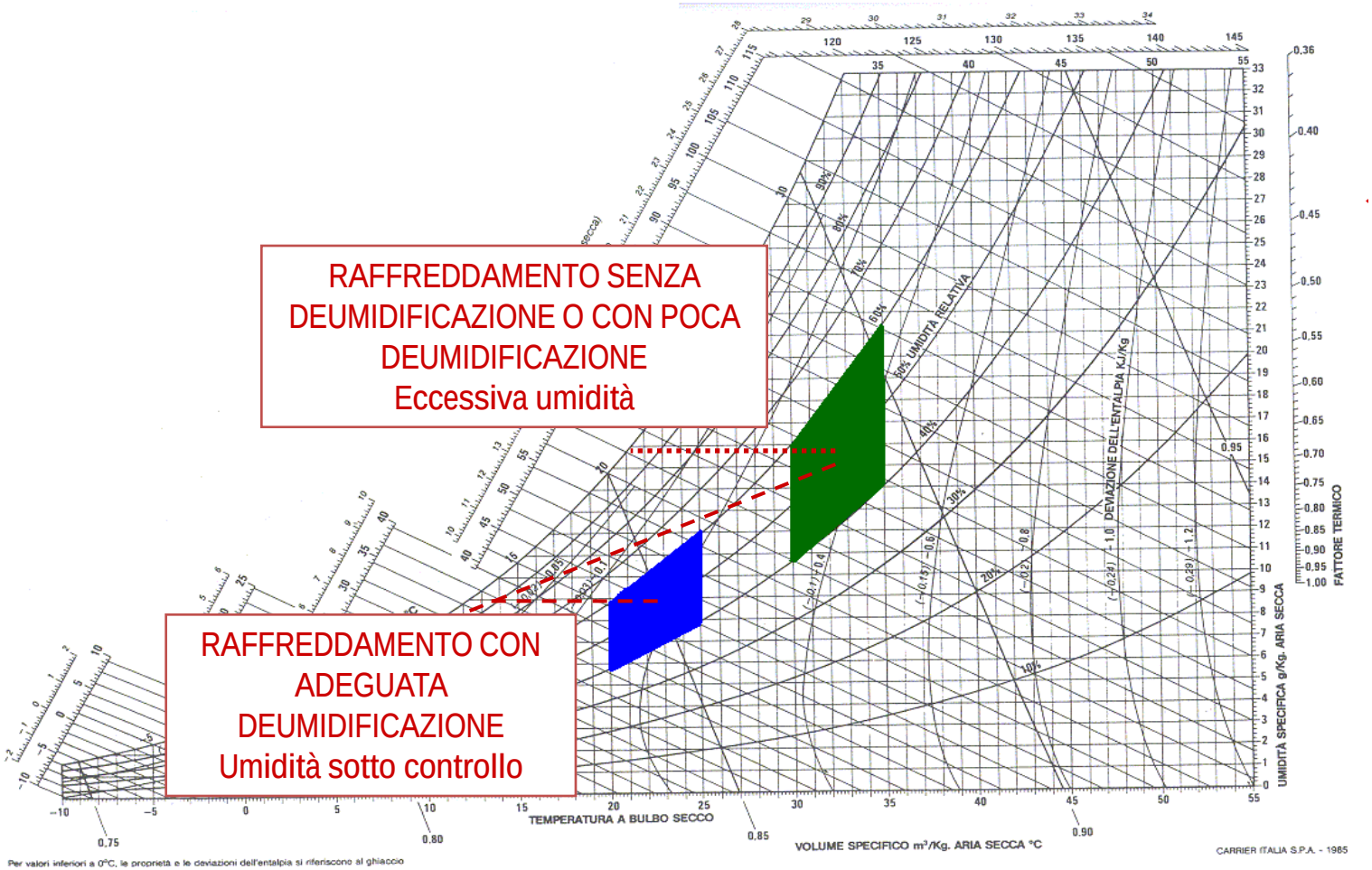
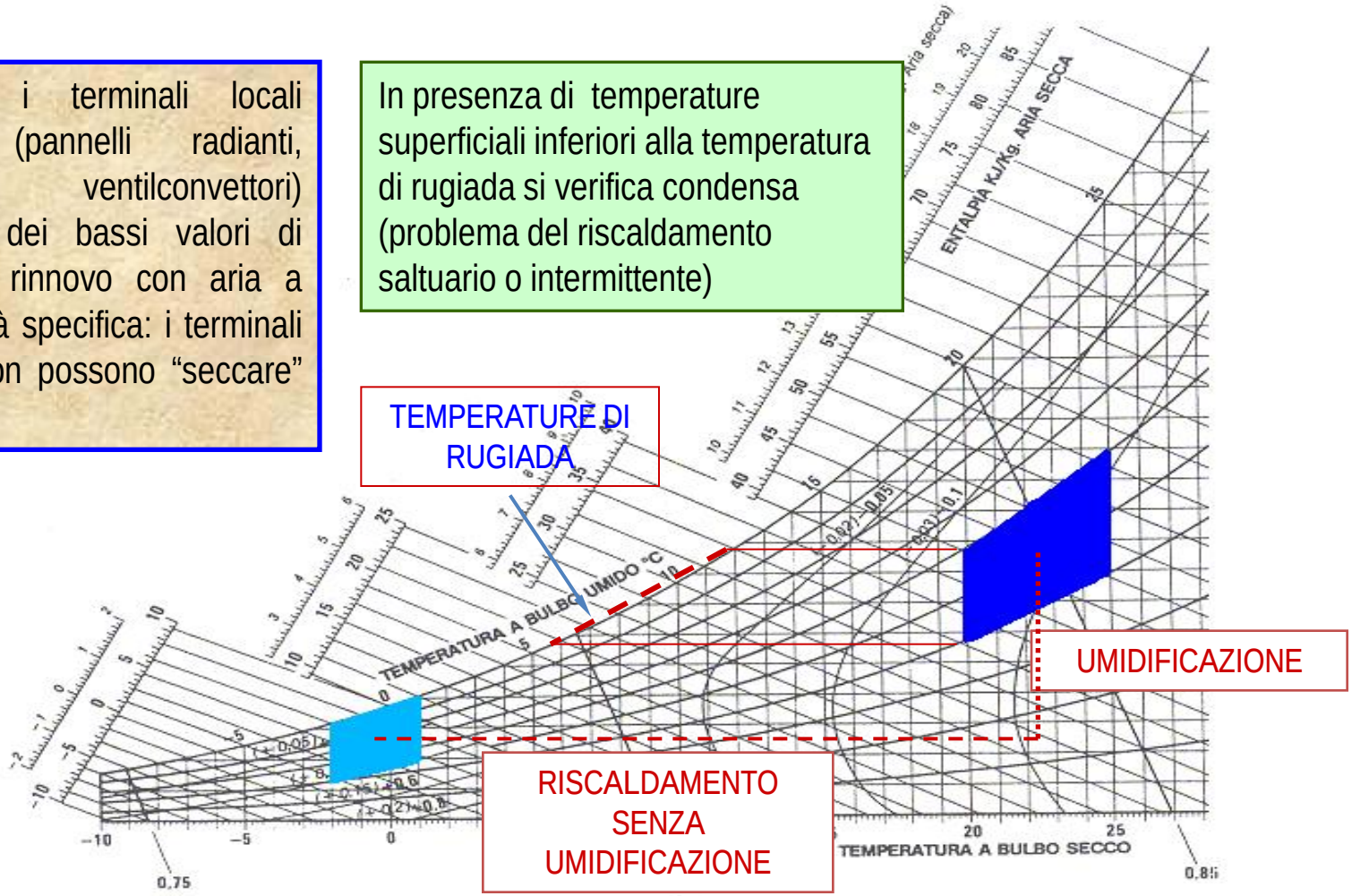


Diagramma Psicrometrico: Inverno

Non sono i terminali locali d'impianto (pannelli radianti, radiatori, ventilconvettori) responsabili dei bassi valori di U.R., ma il rinnovo con aria a bassa umidità specifica: i terminali d'impianto non possono "seccare" l'aria.

In presenza di temperature superficiali inferiori alla temperatura di rugiada si verifica condensa (problema del riscaldamento saltuario o intermittente)



Tipologie impiantistiche

Le variabili che influenzano la scelta di una soluzione impiantistica

1. compatibilità dell'inserimento dell'impianto con le TECNOLOGIE COSTRUTTIVE PRESENTI NELL'EDIFICIO p.es. evitando di sovraccaricare i solai o di praticare forature eccessive
2. scelta accurata delle RETI DI DISTRIBUZIONE dei fluidi termovettori in funzione della gestione e manutenzione delle stesse; l'eventuale fuoriuscita di fluidi non deve comportare un rischio per i manufatti custoditi
3. compatibilità del tipo di impianto con la DESTINAZIONE D'USO
4. Possibilità di CONSERVARE almeno parzialmente gli impianti esistenti in quanto qualificano storicamente l'edificio stesso

Tipologie impiantistiche

Aspetti da valutare per la progettazione

1. scelta del TIPO DI IMPIANTO (di solo riscaldamento, con o senza ventilazione, con climatizzazione estiva)
2. scelta del FLUIDO TERMOVETTORE
3. scelta dei luoghi destinati ad accogliere i LOCALI TECNICI
4. individuazione di passaggi verticali ed orizzontali per disporvi TUBAZIONI E CONDOTTI DI DISTRIBUZIONE
5. posizionamento idoneo dei TERMINALI D'IMPIANTO
6. possibilità di accedere alle parti della rete impiantistica che necessitano di MANUTENZIONE

Funzione richiesta all'impianto

- Molti edifici storici sono tuttora e da sempre sprovvisti di qualsiasi forma di sistema di controllo delle condizioni climatiche
- A volte può essere sufficiente un ridotto apporto e intervento termoigrometrico "artificiale" per stabilizzare o migliorare le condizioni ambientali
- Il livello di complessità dell'impianto va considerato e valutato in funzione del grado di "invasività" strutturale che comporta verso lo stabile

FUNZIONE INVERNALE

controllo della temperatura, ma non dell'umidità (se non mediante umidificatori in grado di correggere un'umidità troppo bassa)

FUNZIONE ANNUALE

controllo permanente e simultaneo di temperatura e umidità: IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Parametri di progetto per l’impianto

Vincoli per i parametri di progetto:

1. l’impianto deve essere compatibile con la serie di dati relativi alle precedenti condizioni di conservazione dei manufatti
2. il funzionamento dell’impianto deve essere quanto più continuo possibile in modo da garantire una limitata fluttuazione di temperatura ed umidità, sia nell’arco dell’anno che giornaliero
3. l’impianto deve garantire l’assorbimento delle variazioni termoigrometriche indotte dall’esterno, nonché garantire un ricambio d’aria compatibile con le esigenze dei visitatori
4. i sistemi d’immissione dell’aria devono garantire l’assenza di zone di ristagno
5. la velocità dell’aria che lambisce la superficie degli affreschi deve essere contenuta entro certi limiti
6. va verificata la completa assenza di condensazione superficiale o interstiziale
7. nelle aree espositive va evitato l’impiego di acqua e di vapore
8. i parametri di controllo vanno verificati con strumenti posti in prossimità degli oggetti con più severe esigenze di conservazione

Reti di distribuzione

FLUIDI TERMOVETTORI: Acqua, Aria, Fluidi frigorigeni

SCARICO: Apparecchi sanitari, Condense

- Non incassare tubazioni e cavidotti nelle murature (salvo terminazioni a punti luce, interruttori, alimentazione corpi scaldanti etc.) →
  - Non manomettere e indebolire strutture storiche
  - Massima accessibilità per la manutenzione

Reperimento di spazi e artifizi per i condotti: cavedi, contropareti, controsoffitti → Funzione del progetto architettonico

Riduzione al minimo delle sezioni di passaggio delle reti →
- Decentrare trattamenti e distribuzione dell'aria
- Aumentare ΔT tra mandata e ritorno per l'acqua calda e refrigerata: riduzioni di portata

Regolazione degli impianti

- adeguare tempestivamente le condizioni ambientali in occasione di brusche variazioni dei carichi

- limitare le fluttuazioni derivanti dall'inerzia del sistema e dei suoi componenti

- Operare le logiche di regolazione sulla base di pochi segnali (es. sensori di temperatura e di umidità, posizionati in corrispondenza alla ripresa dell'aria) è pericoloso perché non tiene conto delle disuniformità che i parametri climatici possono manifestare.

- Le attuali tecnologie consentono valutazioni molto sofisticate ed efficienti:
- sistemi digitali
- sensori che possono trasmettere segnali mediante onde radio

- Si possono analizzare le velocità di variazione dei parametri in diversi punti e con opportuni algoritmi è possibile determinare le azioni regolanti più efficaci.

- L'uso appropriato dei sistemi di regolazione e supervisione è fondamentale per distribuire le quantità di calore e vapore da immettere o prelevare all'interno dei locali in maniera omogenea sia attraverso il tempo che lo spazio.

La complessità del problema richiede delle procedure che garantiscano il buon esito degli interventi.

La certificazione globale è una risposta.

LEED:Leadership in Energy and Environmental Design

LEED è un sistema creato per:

- Stabilire uno standard comune di misurazione dei “green buildings”, definiti come edifici a basso impatto ambientale.
- Fornire e promuovere un sistema integrato di progettazione che riguarda l’intero edificio.
- Dare riconoscimento a chi realizza prestazioni virtuose nel campo delle costruzioni.
- Stimolare la competizione sul tema della prestazione ambientale.
- Stabilire un valore di mercato con la creazione di un marchio riconosciuto a livello mondiale.
- Aiutare i committenti e accrescere in loro la consapevolezza dell’importanza di costruire green.
- Trasformare il mercato e il settore delle costruzioni.

Alcuni esempi di interventi impiantistici in edifici storici

Cappella Sistina (Vaticano)

Affreschi di Michelangelo sulla volta (1508-1512) e sulla parete di fondo (1536-1541)

Molti fenomeni hanno comportato un notevole degrado:

acqua piovana, muffe, fumo delle torce, restauro con materiali inadatti, flusso di visitatori, calore, germi, batteri, illuminazione e inquinamento.

L'impianto per questo complesso, a seguito del restauro degli affreschi, non doveva prevedere l'installazione di apparecchiature all'interno

Cappella Sistina (Vaticano)

CONFIGURAZIONE A TUTT'ARIA SENZA RICIRCOLO

IMMISSIONE ARIA: canalizzazioni esterne sotto i finestroni della parete a sud, bocchette di immissione e diffusori a geometria variabile (rivestiti di materiale fono-assorbente)

CENTRALE DI TRATTAMENTO ARIA: dislocata all'esterno in un terrazzo adiacente la parete sud, servita dai macchinari localizzati in uno scantinato adiacente al basamento dell'edificio.

AMBIENTE PRESSURIZZATO per contrastare le infiltrazioni d'aria non filtrata dall'esterno.

CANALIZZAZIONI d'aria isolate termicamente e acusticamente.

SISTEMA DI FILTRAGGIO: filtro grossolano + filtro corrugato + banco lavatore + filtro chimico a granuli di permanganato di potassio + filtro finale a tasche. Attenuatore acustico (all'uscita della centrale di trattamento dell'aria).

ESPULSIONE ARIA: due griglie posizionate a pavimento. La velocità dell'aria sui dipinti è inferiore a 0.25 m/s

VARIAZIONI DI TEMPERATURA DELL'ARIA LIMITATE A 2°C ATTORNO ALLA TEMPERATURA MEDIA DELLE SUPERFICI AFFRESCATE, COMPRESA TRA 20 E 25 °C

Duomo di Milano (Milano)

- Impossibilità dell'alterazione estetica dell'edificio
- Numerosi vincoli architettonici
- Notevole volume da riscaldare
- Il calore non può essere immesso in modo concentrato (per la conseguente formazione di stratificazioni d'aria)

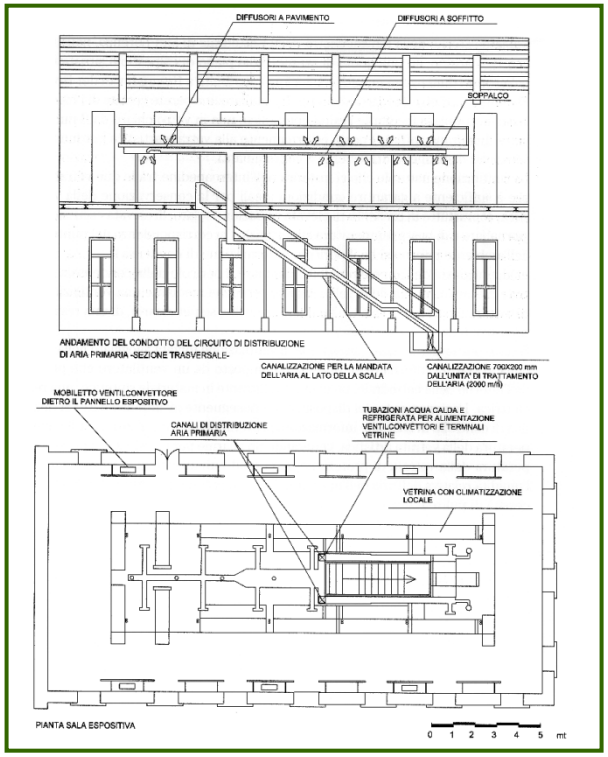
SISTEMA A PANNELLI RADIANTI sull'intera area del coro.

L'area del sistema di pannelli è di 400 m^2, realizzati in polipropilene (elementi preconfezionati modulari formanti circuiti in serie-parallelo) sulla zona absidale

Museo Antoniano (Padova)

Edificio storico di interesse artistico

Notevoli vincoli di carattere architettonico



Ideazione di un soppalco sul quale sono stati installati i diffusori per l'immissione in ambiente dell'aria trattata (a pavimento sulla faccia superiore, a soffitto su quella inferiore)

Canalizzazioni e tubazioni principali poste in un percorso parallelo a quello della scala di sicurezza.

L'impianto si sdoppia per controllare separatamente il microclima all'interno delle vetrine e quello nell'ambiente di mostra: *SISTEMA AD ARIA PRIMARIA E VENTILCONVETTORI* posti dietro i pannelli espositivi.

Bacheche in sovrapressione interna per contrastare l'ingresso d'aria ambiente.

Palazzo Grassi (Venezia)

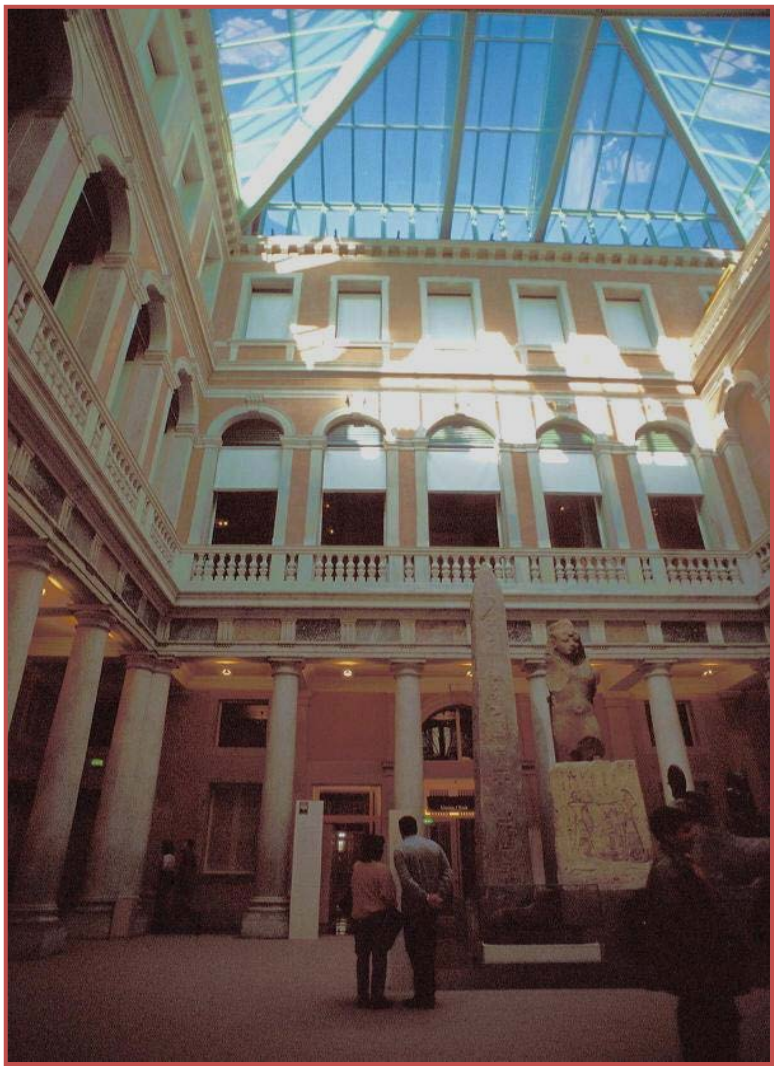
XVIII secolo

Precedente restauro (anni cinquanta): adibito a *“Centro internazionale delle arti e del costume”* : i lavori non hanno garantito la salvaguardia dello stabile dal deperimento.

Successivamente fu destinato al ruolo di *“Centro di cultura”* : oltre alle già precedenti esposizioni per le quali fungeva da mostra vide il rapido susseguirsi di convegni e manifestazioni.

Si rendeva necessaria la progettazione di un intervento radicale.

Nel 1985 sono iniziati i lavori di restauro e adeguamento funzionale.



Palazzo Grassi (Venezia)

VARI INTERVENTI: irrobustimento dei solai (garantita una portata di 600 kg al $m^{2)}$.
Al piano terreno sono stati eseguiti particolari tagli alle murature per eliminare il fenomeno di risalita di acqua salata dal suolo.
E' stato necessario rimediare alle lesioni praticate negli anni cinquanta per occultare le reti impiantistiche nel corpo della muratura.

IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE: 11 CONDIZIONATORI CENTRALI E 108 CONDIZIONATORI LOCALI

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE: DUE CIRCUITI: il primo inserito nell'intercapedine formata dai lacunari del portico, attorno al cortile centrale, l'altro posto all'ultimo piano entro il volume del tetto.
SISTEMA DI DISTRIBUZIONE VERTICALE: esterno alla muratura.
Le SUPERFICI ESPOSITIVE sono staccate dalla parete vera e propria: nelle contropareti che ne risultano (in "gesso armato" con una rete metallica) corrono i vari condotti impiantistici .
GESTIONE DEL FLUSSO DEI VISITATORI.

Cappella degli Scrovegni (Padova)

Caso esemplare di edificio-museo (1303), alto valore architettonico e artistico. Contiene i famosi affreschi realizzati da Giotto (1305).

MONITORAGGIO: per un periodo di più di tre anni sono stati raccolti gli andamenti temporali di:

Condizioni interne:

temperatura dell'aria,
temperatura delle superfici,
umidità relativa dell'aria.

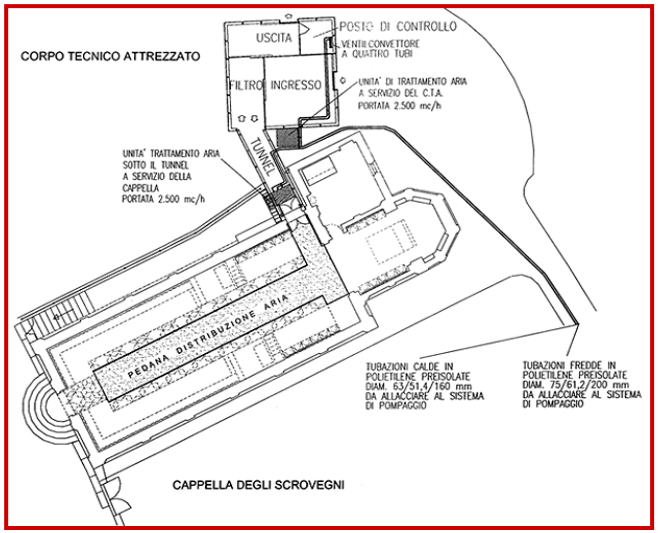
Condizioni esterne:

temperatura dell'aria,
umidità relativa dell'aria,
intensità della radiazione solare,
quantità di precipitazione.

ANALISI DEI DATI: il sistema "ambiente interno-esterno" presenta una inerzia termica relativamente contenuta

Cappella degli Scrovegni (Padova)

OBIETTIVO: compensare le variazioni di temperatura e umidità indotte dalla presenza dei visitatori e dall' apertura della porta verso l'esterno.



"CORPO TECNICO ATTREZZATO":

struttura in acciaio e vetro (presso l'ingresso laterale).

Tre ambienti:

- zona di ingresso e attesa
- zona di ingresso e uscita
- zona di deflusso

I visitatori devono sostarvi per 15 minuti per ridurre la concentrazione degli inquinanti esterni mediante l'immissione di aria condizionata e filtrata.

IMPIANTO DI CONTROLLO MICROCLIMATICO:

- ventilazione controllata dell'ambiente
- mantenimento sovrapressione interna
- controllo termico e latente

Pedana lungo il tratto centrale della cappella (percorso obbligato per tutti i visitatori). Supporto per i diffusori lineari orientabili, contiene il canale di mandata. Ripresa d'aria garantita da sovrapressione interna che spinge all'esterno l'aria attraverso le fessure di porte e finestre.

Chiesa di St. Marien (Wismar)

XIIISecolo

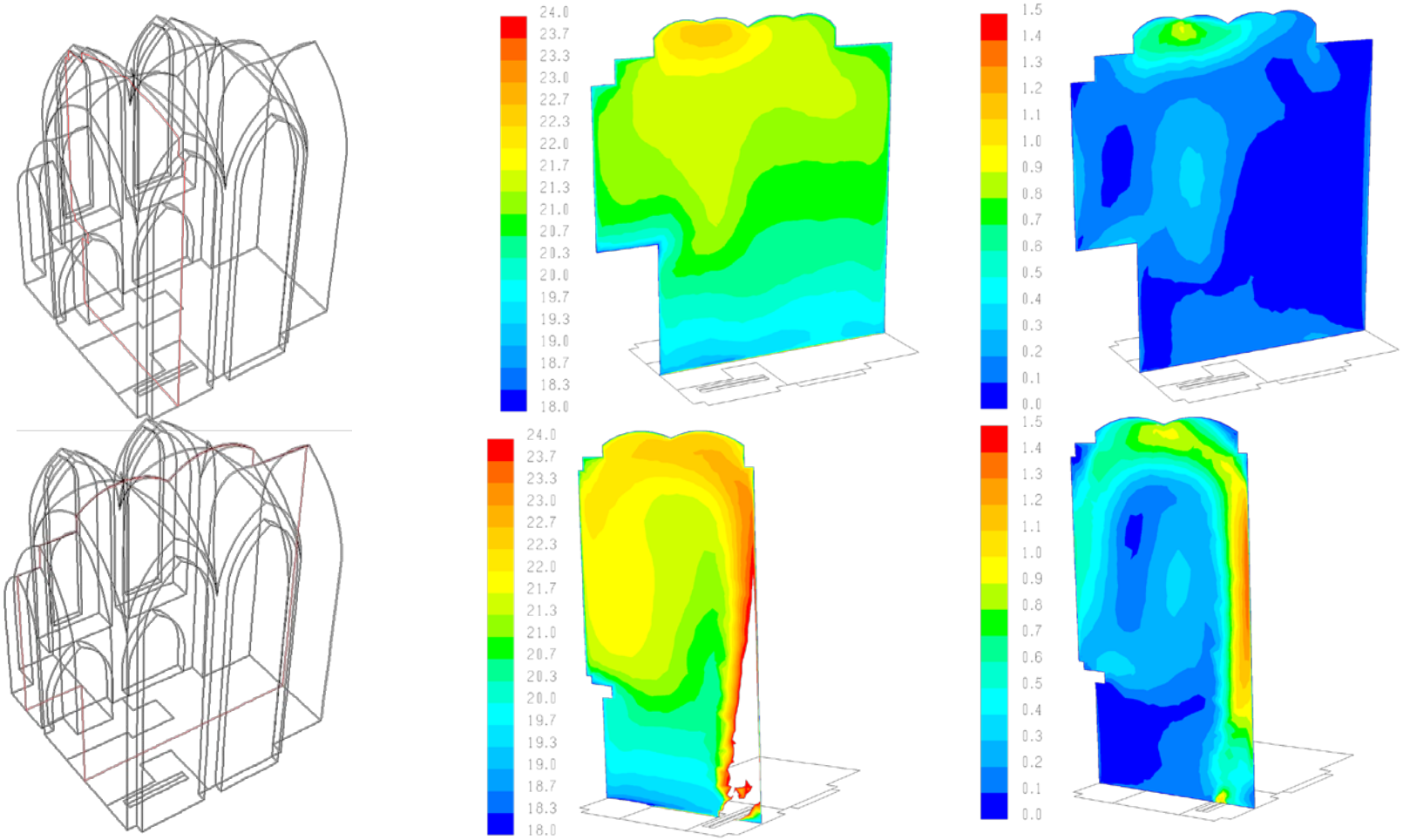
Della chiesa di St. Marien rimane oggi solamente la zona di ingresso della chiesa originale, infatti dopo la seconda guerra mondiale, al tempo della DDR, il corpo principale della chiesa è stato distrutto con cariche di dinamite. La chiesa attuale comprende tre cappelle, completamente separate tra loro: quella Nord avente una superficie di 103 m^2, quella Sud una superficie di 112 m^2 e quella centrale una superficie di 110 m^2; il volume complessivo delle tre cappelle è di circa 4650 m^3. Le finestre sono state murate ad eccezione di quelle a Nord.

Chiesa di St. Marien (Wismar)

XIIISecolo

Il sistema di riscaldamento utilizzato nelle tre cappelle è un sistema misto convettivo-radiante.. Il sistema radiante ha quattro circuiti per cappella, una portata di 276 kg/h per circuito ed una temperatura di mandata di 30°C ed è isolato verso il terreno sottostante.
Il sistema convettivo è costituito da un'unità termoventilante per ciascuna cappella, completamente incassata a pavimento con temperatura di mandata dell'aria di 50°C con una velocità che può essere regolata su cinque livelli . La centrale termica (Figura 4) si trova nel sottotetto della cappella Sud dove è installata una caldaia a condensazione modulare costituita da tre moduli di potenza pari a 60 kW ciascuno.

Chiesa di St. Marien (Wismar)



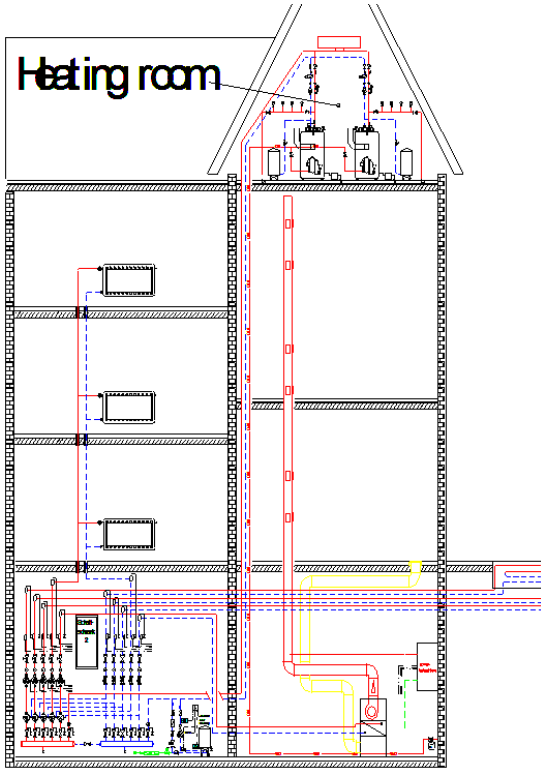
Verifica delle condizioni interne mediante software CFD

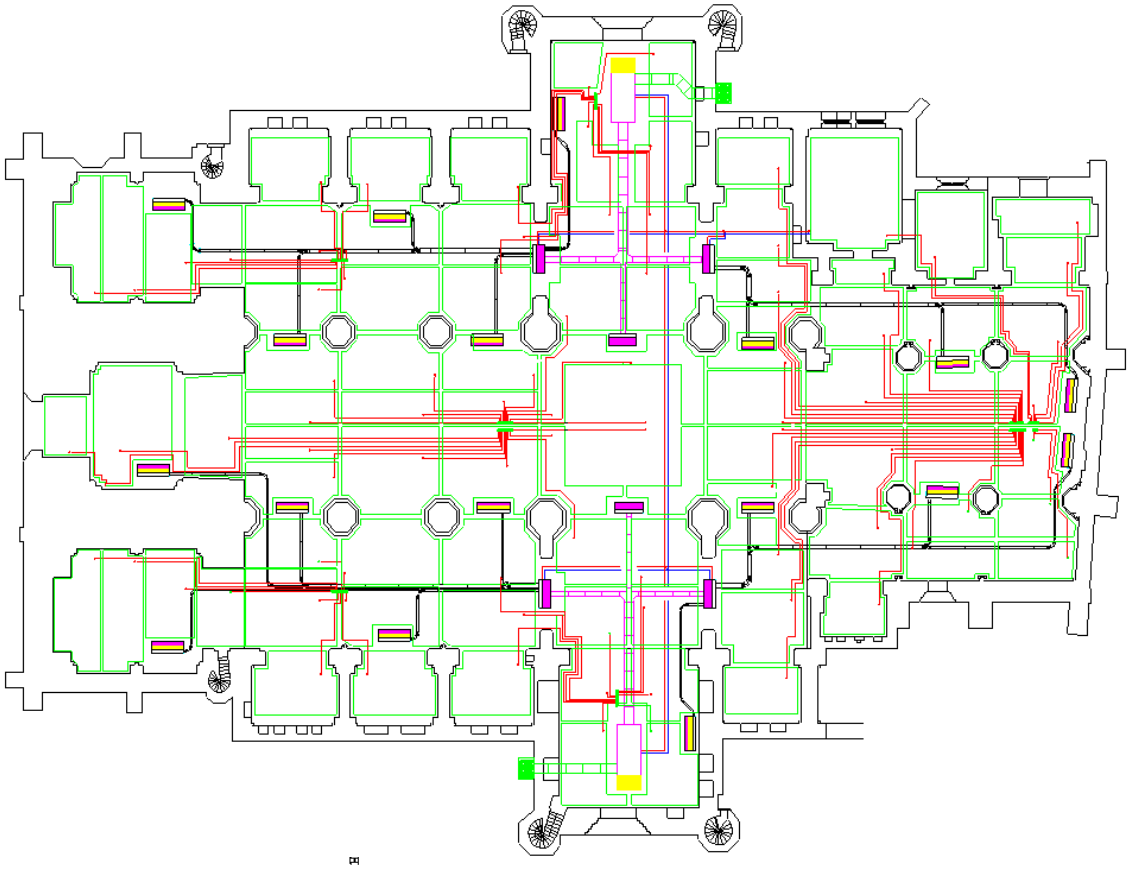
Chiesa di St. Georgen (Wismar)

XIIISecolo

La chiesa di St. Georgen ha una superficie complessiva pari a 2430 m^2 ed un volume totale di circa 56000 m^3. Il sistema convettivo è costituito da ventitre unità termoventilanti (dimensioni pari a 2.35m x 0.55m). Il sistema radiante ha 86 circuiti (10 collettori) ed ha una temperatura di mandata di 33 °C con tubi aventi 17 mm di diametro e 2 mm di spessore, passo 200 mm, per una lunghezza totale di 12500 m (2400 m^2) e portata specifica pari a 3,7 kg/(h m^2). La centrale termica comprende due caldaie si trova nel sottotetto ed ha una potenza termica di 1150 kW.

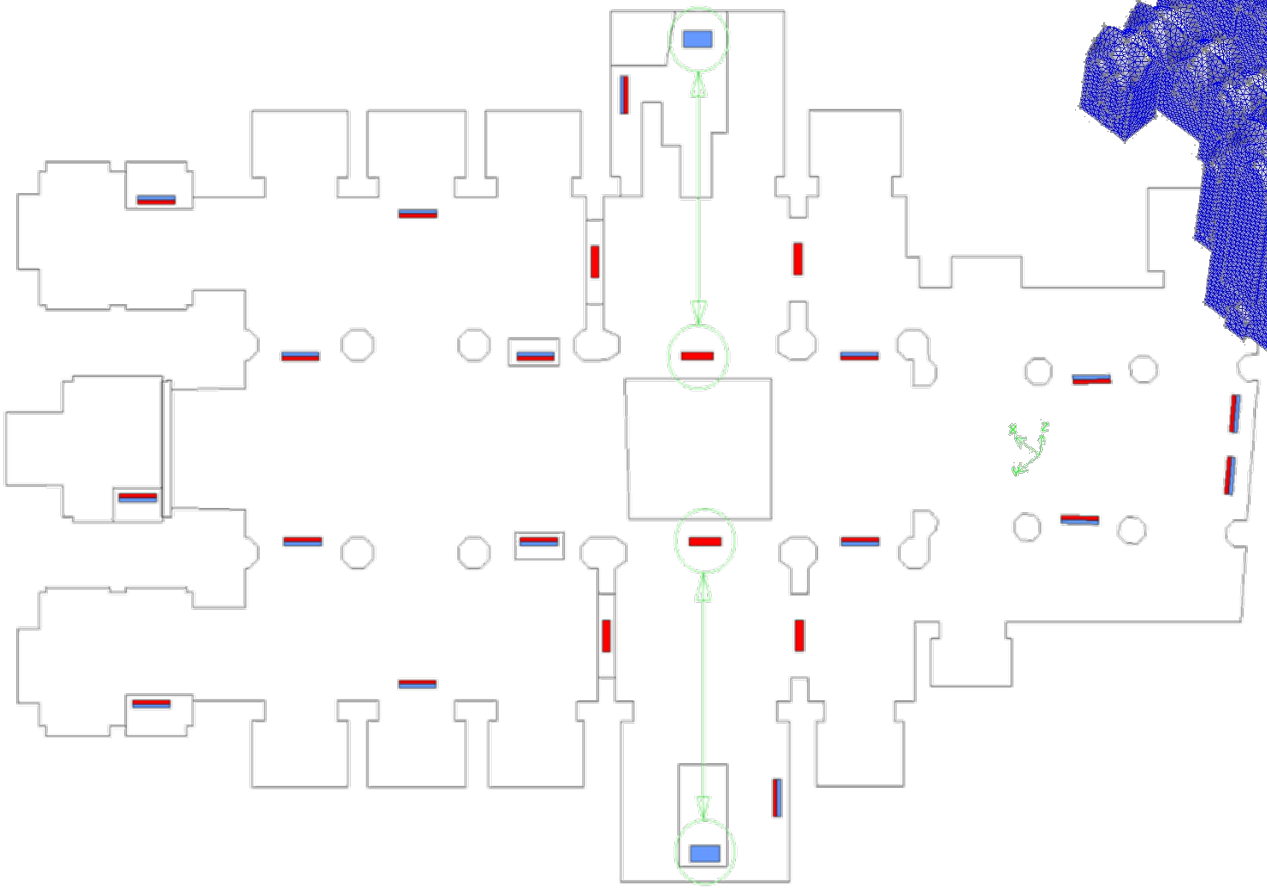
Chiesa di St. Georgen (Wismar)

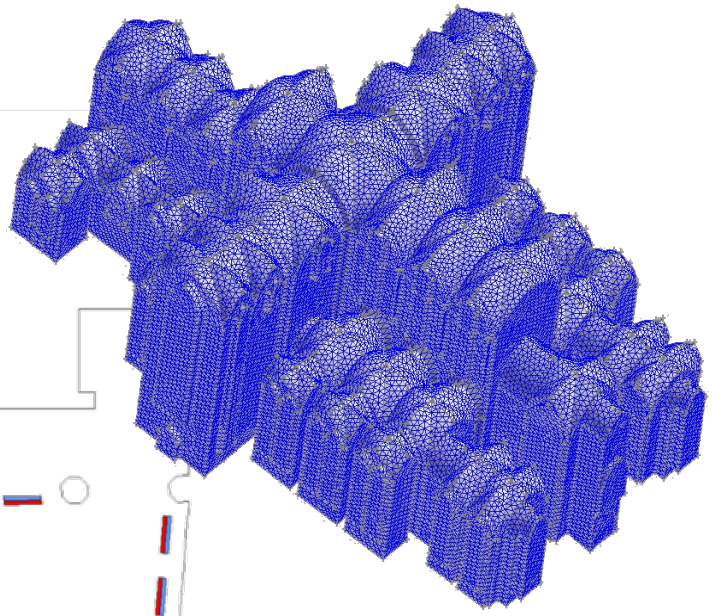




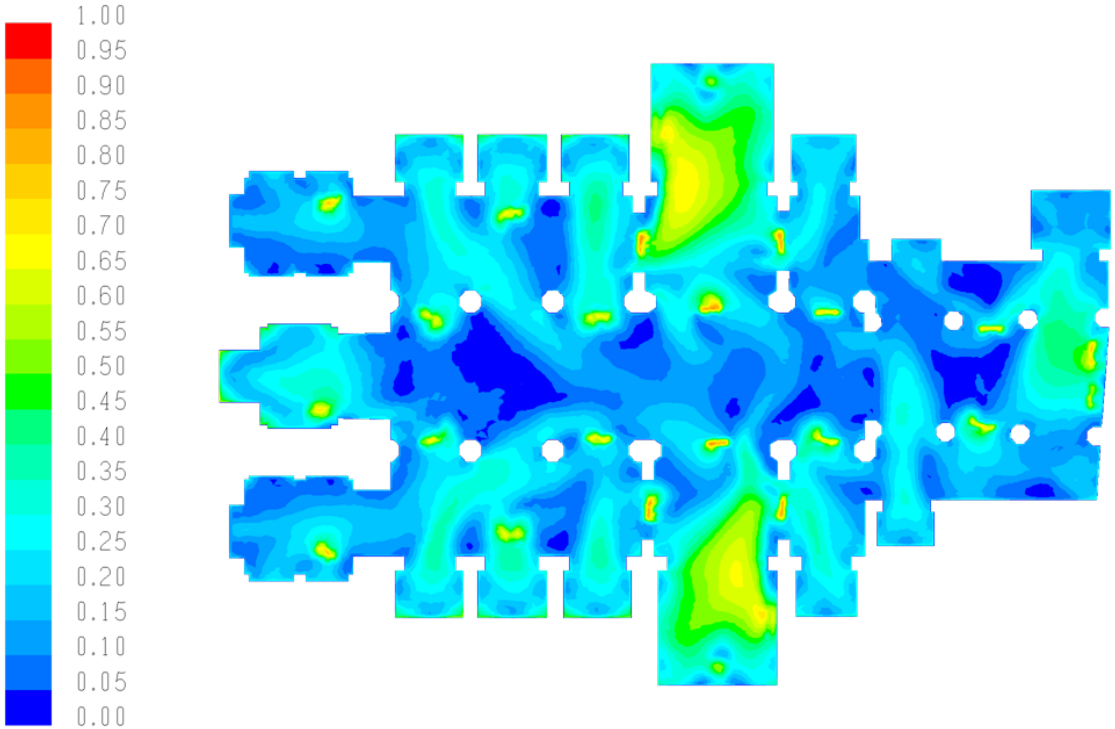
Chiesa di St. Georgen (Wismar)

Verifica delle condizioni interne mediante software CFD



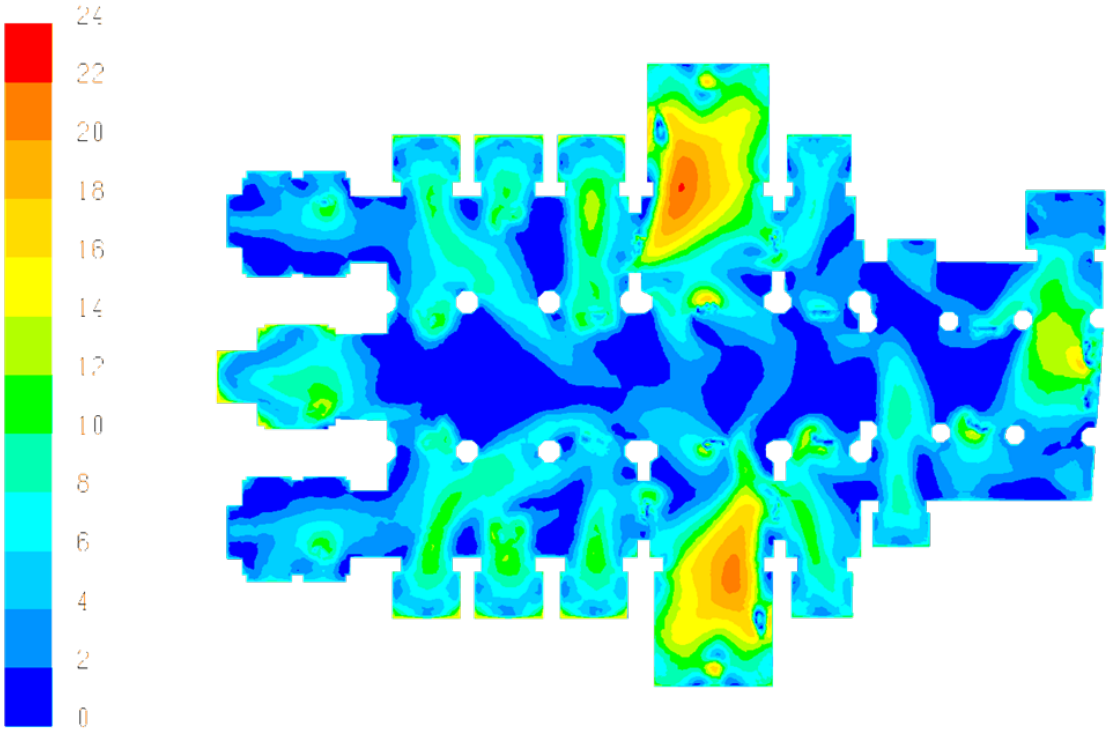


Chiesa di St. Georgen (Wismar)



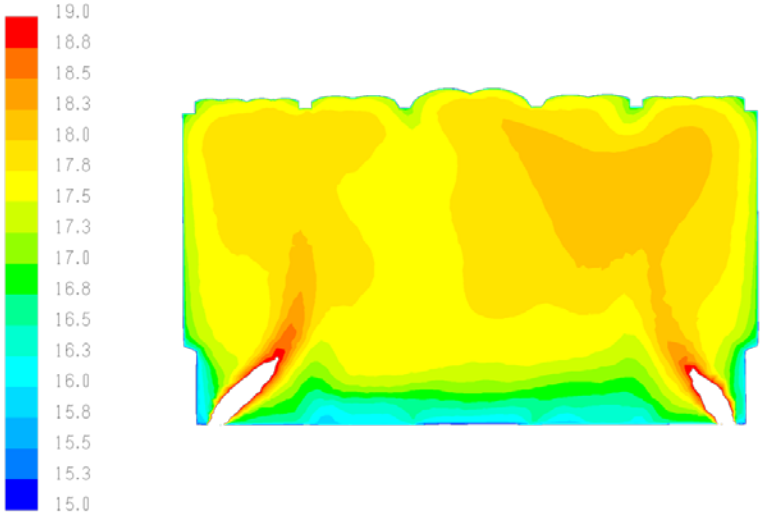
Distribuzione della velocità dell'aria (m/s) sul piano a 1,1 m di altezza nella configurazione iniziale delle unità terminali

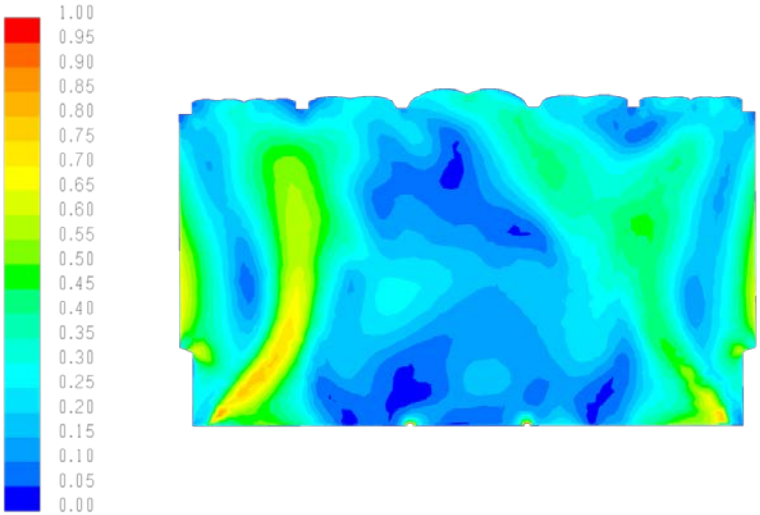
Chiesa di St. Georgen (Wismar)



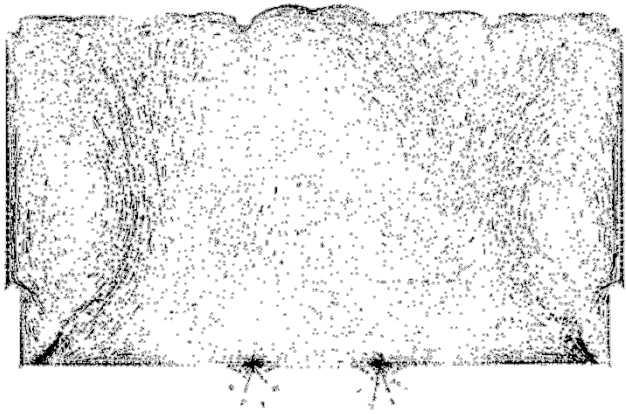
Distribuzione delle temperature dell'aria (°C) sul piano a 1,1 m di altezza nella configurazione iniziale delle unità terminali

Chiesa di St. Georgen (Wismar)





Distribuzione delle temperature dell'aria (°C) sulla sezione trasversale della navata nella configurazione modificata delle unità terminali



Distribuzione delle velocità dell'aria (m/s) sulla sezione trasversale della navata nella configurazione modificata delle unità terminali