



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Simulazioni degli interventi.

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Simulazioni degli interventi / Giuseppina, Alcamo. - STAMPA. - 3:(2012), pp. 153-158. (Costruire bene per vivere meglio Roma 14-16 Aprile 2008).

Availability:

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/772625> of the repository was last updated on 2016-08-20T11:33:01Z

Publisher:

SERVIZIO NAZIONALE PER IL PROGETTO CULTURALE CEI

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)

Simulazione degli interventi

Giuseppina Alcamo*



Di seguito viene spiegata brevemente la metodologia di analisi energetica che è stata condotta dal Centro *ABITA* - Dipartimento TAeD dell'Università degli Studi di Firenze, su due edifici di culto: la chiesa del Buon Pastore a Lecce e la chiesa di Santa Maria della Pace a Noicattaro.

La prima ha struttura intelaiata in calcestruzzo armato, la seconda ha struttura in muratura di epoca medievale.

La metodologia consiste in:

- un'analisi visiva;
 - un'analisi del sito in cui si trova l'edificio da studiare, da analizzare e verificare;
 - un'analisi di tipo strumentale;
- un *audit* energetico sui consumi e sul *comfort* degli occupanti;
- interviste a coloro i quali vivono o frequentano l'edificio per capire sugli edifici esistenti quali sono le problematiche di benessere termico dello specifico edificio;
- simulazioni energetiche che consentono di valutare il comportamento energetico degli edifici e degli interventi proposti.

Per quanto riguarda l'**analisi visiva**: il sopralluogo è un momento indispensabile per far capire al progettista l'edificio, la struttura, la relazione con l'ambiente. Fondamentalmente quello che si vuole andare a valutare/controllare è lo stato della struttura edilizia e dei relativi impianti: per esempio eventuali infiltrazioni dalla copertura o dagli infissi; ponti termici, ma anche l'utilizzo o meno di eventuali sistemi impiantistici. In uno dei due casi studio per esempio sono utilizzati i ventilatori per la stagione estiva e i radiatori durante la stagione invernale.

Analisi del sito vuol dire recuperare *in loco* tutta la documentazione cartacea disponibile - planimetrie, sezioni, particolari costruttivi laddove esistano - investigare quindi sul contesto e sulla relazione edificio - località climatica - contesto ambientale. Quindi anche tramite fotografie satellitari o planimetrie cata-

stali.

Analisi strumentale vuol dire utilizzare opportuni strumenti mirati all'indagine: per esempio i *tiny-tag*, strumenti molto piccoli non invasivi che consentono di misurare la temperatura e l'umidità relativa all'interno e all'esterno dell'edificio. Questo consente poi di investigare e capire l'andamento della temperatura, dell'umidità relativa e le relazioni climatiche tra interno ed esterno, per poi relazionare i dati al *comfort* all'interno dell'edificio di culto. Ovvero l'indagine tramite *telecamera a raggi infrarossi* che consente di evidenziare le differenze di dispersione termica attraverso l'involucro edilizio e mette quindi in evidenza i punti più deboli. Ovviamente per poterla utilizzare l'edificio deve essere riscaldato all'interno in maniera continuativa e per un certo periodo perché devo poter *leggere* il flusso di calore che si trasferisce dall'interno verso l'esterno. Così per esempio strumenti quali il *termoflussimetro* per misurare la trasmittanza di una parete, quindi di strutture esistenti delle quali non conosciamo le caratteristiche termofisiche.

L'analisi strumentale, in particolare per la chiesa del Buon Pastore, è stata effettuata tramite piccoli *data-logger* per la misura di temperatura e umidità relativa. La chiesa è stata virtualmente scomposta in un certo numero di zone termiche e gli strumenti sono stati posizionati all'interno e all'esterno. In particolare ne è stato posizionato uno nella navata nord, l'altro nella navata laterale a sud: lo scopo era vedere le differenze di temperatura che c'erano all'interno dell'ambiente. Un terzo strumento è stato posizionato nella zona centrale; un altro è stato messo a monitorare un'aula al piano inferiore che viene utilizzata per le messe settimanali. Quindi durante la settimana la si utilizza, durante la domenica viene utilizzata ovviamente la navata centrale della chiesa. Di particolare interesse nello studio del comportamento energetico dell'edificio è proprio l'orario delle funzioni per relazionare il numero di persone che entrano e le eventuali variazioni di temperatura interna dovute all'afflusso di fedeli. Ed è quindi anche importante individuare il numero di persone che sono presenti all'interno di un ambiente e la durata del periodo di permanenza. Questo perché il problema del *comfort* termico all'interno dipende da parametri oggettivi quali la temperatura, l'umidità relativa, la velocità del vento e la temperatura delle superfici radianti, ma dipende anche dal numero di persone presenti all'interno e dall'attività che loro svolgono all'interno dell'ambiente e da come sono vestiti.

È stato quindi costruito un grafico che mette in relazione l'andamento della temperatura nel periodo invernale e l'umidità relativa all'interno della chiesa del Buon Pastore. La navata laterale esposta a sud raggiunge temperature considerevolmente più alte rispetto per esempio alla navata laterale esposta a nord durante lo stesso periodo di misura. La chiesa ha un impianto di riscaldamento che si accende e si spegne manualmente e che non è parzializzato: se in una messa domenicale anche invernale tutte le persone si siedono sulla navata laterale a sud o sulla navata laterale al nord cambia molto il *comfort* degli occupanti all'in-

terno dell'edificio.

Probabilmente una parte della chiesa andrebbe climatizzata in estate, quindi riscaldata in inverno, l'altra parte potrebbe non averne bisogno o almeno non avere lo stesso bisogno di consumo energetico. Ecco che allora dei termostati di zona ed un impianto termico parzializzato potrebbero rivelarsi una buona soluzione, soprattutto per strutture quali le chiese che hanno grandi volumetrie, grandi metrature, e numero di persone variabili, quindi apporti energetici interni variabili.

Ancora dall'analisi strumentale: la domenica l'affluenza delle persone fa aumentare in maniera considerevole le temperature all'interno della chiesa, raggiungendo picchi tra le 11 e mezzogiorno, quindi durante il massimo dell'irraggiamento e durante il maggior utilizzo della chiesa, intorno ai 22° considerando che c'è anche l'impianto di riscaldamento acceso.

Sulla navata laterale al nord nelle stesse giornate il picco che si raggiunge tra le 11-12, sempre le domeniche arriva a mala pena ai 15 °C. L'impianto è sempre acceso, c'è sempre un certo numero di persone all'interno però le temperature di partenza di quella parte della chiesa sono molto più basse rispetto a quelle della navata nord.

Nella chiesa medievale di Santa Maria della Pace, invece, le funzioni si tengono soltanto la domenica dalle 9-11 e dalle 19-20, non ci sono dispositivi di riscaldamento. Quindi abbiamo monitorato le navate, il coro e ovviamente uno strumento è stato posto anche all'esterno per vedere la variabile esterna. Il monitoraggio evidenzia che le temperature all'interno si mantengono pressoché costanti tra i 14-16°C. Quindi non ci sono le variazioni di temperature che invece vedevamo in una struttura leggera in calcestruzzo armato e tamponamenti forati come quella del Buon Pastore.

In questa breve descrizione sono state riportate le indagini strumentali effettuate con particolare riferimento alle temperature interne e al relativo numero di occupanti, ma l'indagine è molto ampia e vasta.

Gli interventi proposti senz'altro sono volti al miglioramento delle condizioni termo-igrometriche, attraverso l'ottimizzazione dell'efficienza energetica dell'involucro, soprattutto nella chiesa del Buon Pastore: miglioramento delle condizioni di *comfort* interno invernale attraverso applicazioni di dispositivi idonei di riscaldamento e con questo si intendono non solo i sistemi di riscaldamento ma il controllo del sistema di riscaldamento all'interno, parzializzandolo per zone; miglioramento delle condizioni di *comfort* termico estivo attraverso il controllo della ventilazione naturale, cosa non sempre facilissima da valutare e il miglioramento delle condizioni igrometriche attraverso interventi di deumidificazione.

L'audit energetico serve fundamentalmente ad individuare i consumi energetici effettivi - se ce ne sono - e se c'è quindi un sistema di riscaldamento già attivo o meno, ma anche le condizioni di inefficien-

za di quei dispositivi impiantistici eventualmente già esistenti e le condizioni di eventuale inefficienza gestionale di quegli impianti, perché magari qualcuno si dimentica di tenerli accesi quando non serve oppure non li accende quando servono. Quindi il controllo, possibilmente automatico, di questi può aiutare molto per il risparmio energetico.

Le analisi fin qui svolte mirano appunto ad individuare diversi scenari di intervento migliorativi sull'esistente.

Le interviste: perché sono importanti? Perché consentono attraverso il dialogo tra il progettista e l'utente finale (cioè il sacerdote e le persone che frequentano l'edificio di culto) di capire quali sono le problematiche. Quindi è necessario formulare un questionario il più semplice possibile per capire il livello di *comfort* percepito, che sensazione più o meno confortevole hanno frequentando la chiesa: è troppo caldo, troppo freddo, si sta bene? Le risposte vanno quindi studiate, pesate e interpretate in maniera opportuna per individuare quello che tecnicamente si chiama *PMV*, cioè il voto medio previsto, indice di *comfort* termico ambientale.

I software di simulazione energetica sono strumenti che consentono di valutare il comportamento energetico dell'edificio in una località ben precisa, quindi l'involucro edilizio in relazione alla località, al clima locale, all'impianto e all'utente finale. Questi *software* fondamentalmente appartengono a due categorie: ci sono quelli a regime statico e quelli a regime dinamico. Dinamico nel senso che l'edificio viene studiato e viene valutato e controllato, monitorato eventualmente, nella variabilità del clima esterno cioè tenendo conto delle variazioni orarie, annuali di temperatura, velocità del vento, prevalenza del vento, umidità relativa, radiazione solare diretta e diffusa. Tutte queste informazioni vengono normalmente computate sulla media dei valori delle medie dei precedenti 10 anni registrati generalmente dall'aeronautica militare o dagli aeroporti. Ecco che in regime dinamico si può davvero parlare di progettazione in chiave sostenibile per poter controllare effettivamente il comportamento energetico dell'edificio e la sua relazione al clima esterno locale.

Esempio di *software* in regime statico invece è quel *software* che ci consente di calcolare il fabbisogno energetico per un impianto di riscaldamento che deve funzionare in condizioni estreme, quindi impongo nel calcolo una temperatura esterna minima, ma non è quella che si verifica ogni giorno.

Ai fini delle simulazioni energetiche in regime dinamico, la chiesa del Buon Pastore è stata scomposta in 18 zone termiche che consentono di capire/controllare la complessità del modello reale e non semplicissimo. Queste consentono inoltre di studiare i percorsi solari, quindi l'irraggiamento, e quindi capire il *comfort* termico sia durante il periodo estivo - che non abbiamo ancora potuto monitorare - sia il *comfort*

termico invernale confrontandolo con i dati che avevamo già acquisito tramite il monitoraggio. Per prima cosa abbiamo dovuto recuperare i dati climatici della zona ed è con quelle specifiche informazioni climatiche che abbiamo condotto le simulazioni.

Nei casi studio specifici sono stati utilizzati i *software ESP-r ed Ecotect*, che tengono conto anche delle variabili relative all'utenza cioè all'affollamento, all'attività metabolica svolta e al tipo di vestiario presunto; i *software* consentono di prevedere le temperature interne in estate, in inverno e quindi riesco a controllare, con dei parametri di *input* ragionevoli, il comportamento energetico dell'edificio.

Questi *software* ci consentono anche di valutare il consumo energetico con un impianto sempre acceso all'interno dell'ambiente da riscaldare e valutare gli eventuali effetti di un impianto parzializzato, sia in termini di consumo energetico che di prestazione per ottenere *comfort* ambientale. Quindi ci consentono su edifici da rivalutare o da ristrutturare in maniera decisiva di capirne a priori il comportamento energetico. Le simulazioni energetiche ovviamente non possono che tener conto dell'involucro edilizio effettivo. Quindi si investiga sui componenti dell'involucro edilizio cioè sulle caratteristiche termo-fisiche di questi componenti: quali opachi o vetrati, quindi pareti o vetri. Nello specifico, le strategie di intervento di isolamento termico proposto nella chiesa del Buon Pastore consentiva una riduzione di dispersione termica verso l'esterno del 70%.

Sempre tramite i *software* di simulazione energetica siamo in grado di valutare l'irraggiamento solare all'interno dell'ambiente e quanto questo possa incidere in termini poi di temperatura interna: cioè la radiazione solare che entra dalle finestre delle navate laterali è molto significativa sulla navata a sud ed influenza durante l'estate l'innalzamento delle temperature all'interno dell'ambiente, provocando il surriscaldamento. Il controllo della radiazione solare tramite semplici schermature esterne ci permette di abbassare le temperature estive massime interne di circa 1,5°, questo perché sono poste all'esterno e non fanno più entrare la radiazione solare diretta. Le simulazioni energetiche, tramite appropriati *software*, possono quindi essere non solo utili, ma spesso indispensabili per una valutazione di interventi realistici e concreti.

Per concludere, lo studio è stato condotto per fasi: recupero dei dati relativi all'edificio, elaborazione dei dati e analisi, simulazione di strategie di intervento.

Le strategie proposte consentono di migliorare il *comfort* degli edifici di culto oggetto di studio e in particolare gli interventi per la chiesa del Buon Pastore consentono di diminuire la percentuale di persone non soddisfatte (PPD) cioè di quelle persone che soffrono condizioni di *dis-comfort* termico all'interno della chiesa, dal 70% addirittura al 15%.

Migliorando che cosa? Controllando la ventilazione naturale in estate e schermando la radiazione

solare diretta dalle finestre esposte al sud; isolando l'involucro in corrispondenza degli elementi radianti per ridurre le dispersioni termiche in inverno in modo da ottenere all'interno una temperatura sufficientemente confortevole e parzializzando l'impianto di riscaldamento.

Quello su cui vorrei far semplicemente riflettere è che questa metodologia di analisi e di intervento è replicabile su tutta l'edilizia di culto; ovviamente va adattata su misura al caso specifico.

**Membro del Centro Abita*