



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN

LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO

FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

Fakultät für Naturwissenschaften
und Technik

Facoltà di Scienze
e Tecnologie

Faculty of Science
and Technology



master casaclima

Risanare l'esistente

Soluzioni per il comfort e l'efficienza energetica

Cristina Benedetti

Peter Erlacher

Marco Baratieri

Maria Chiara Alati

Martina Demattio

Maria Teresa Girasoli

Marianna Marchesi

Matteo Rondoni

bu,press

bozen
bolzano
university
press

Con il sostegno di:



I contenuti del libro sono stati curati da:

Cristina Benedetti metodologia e coordinamento generale

Peter Erlacher coordinamento, supervisione e verifica schede stratigrafiche e nodi costruttivi

Marco Baratieri coordinamento analisi e verifiche termoigrometriche

Maria Chiara Alati progetto energetico dell'esistente

Martina Demattio schede stratigrafiche (testo introduttivo e verifiche igrometriche) e appendice (procedure di calcolo igrometrico delle stratigrafie)

Maria Teresa Girasoli schede stratigrafiche (testo introduttivo e verifiche termiche) e appendice (procedure di calcolo termico delle stratigrafie)

Marianna Marchesi nodi costruttivi (testo introduttivo, dettagli costruttivi, verifiche termoigrometriche, indicazioni tecniche e confronto degli interventi)

Matteo Rondoni nodi costruttivi (analisi termiche e verifiche termoigrometriche) e appendice (procedure di calcolo dei ponti termici)

Un ringraziamento particolare a Maurita Glorioso per il contributo ai nodi costruttivi

Il progetto grafico del libro, la modellazione tridimensionale e la resa delle immagini dei nodi sono stati curati da:

Mater | generative design - www.studiomater.com

Finito di stampare nel mese di luglio 2011 da Printer Trento

© 2011 by Bozen-Bolzano University Press
Libera Università di Bolzano
Proprietà letteraria riservata.

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i paesi.

www.unibz.it/universitypress

1ª edizione: luglio 2011
ISBN 978-88-6046-042-4

Indice

Introduzione 005

Parte 1

Il progetto energetico dell'esistente:
iter metodologico aspetti specifici 006

Il contesto di riferimento 006

Riqualificazione energetica dell'edilizia esistente: aspetti
metodologici e risvolti operativi 008

Fase 1 · Analisi e valutazione 012

Fase 2 · Metaprogettazione 015

Fase 3 · Progettazione e verifica 018

Schede operative

1.1 · Analisi del contesto fisico: area di intervento 020

1.2 · Analisi del contesto fisico: edificio esistente 027

1.3 · Analisi delle funzioni: funzioni pregresse e di
progetto 035

2.1 · Fase metaprogettuale: definizione della tipologia
funzionale 037

2.2 · Fase metaprogettuale: definizione della tipologia
energetica e delle strategie correlate 039

2.3 · Fase metaprogettuale: definizione dei requisiti di
comfort 044

3.1 · Fase progettuale: interventi sul sistema
morfotipologico 046

3.2 · Fase progettuale: interventi sul sistema tecnologico/
di involucro 048

Parte 2

Analisi delle stratigrafie 050

Individuazione delle tipologie di elementi costruttivi 050

Caratteristiche dei materiali da costruzione 051

Interventi ipotizzati 053

Verifica delle prestazioni termiche 054

Verifica igrometrica 054

Ipotesi di calcolo della verifica igrometrica 056

Parametri di verifica 057

Caratteristiche dei materiali isolanti 058

Indicazioni tecniche 059

Indicazioni specifiche per la verifica igrometrica 062

Guida alla consultazione 064

Schede stratigrafiche

- 1 · Parete perimetrale in muratura in blocchi di pietra 066
- 2 · Parete perimetrale in muratura in blocchi squadri di tufo 070
- 3 · Parete perimetrale in muratura in mattoni pieni a due teste 074
- 4 · Parete perimetrale in muratura in mattoni semipieni doppio UNI 078
- 5 · Parete perimetrale in muratura in laterizio forato 086
- 6 · Parete perimetrale in muratura in blocchi di calcestruzzo alleggerito 090
- 7 · Parete perimetrale in muratura a sacco con riempimento debolmente legato 094
- 8 · Parete perimetrale in muratura a cassa vuota 098
- 9 · Parete perimetrale in calcestruzzo armato 104
- 10 · Solaio a terra in calcestruzzo magro 108
- 11 · Solaio a terra a camera d'aria in tavelloni 110
- 12 · Solaio su spazi aperti in ferro e laterizio 112
- 13 · Solaio su spazi aperti in calcestruzzo armato gettato in opera 116
- 14 · Solaio su spazi aperti in laterocemento 120
- 15 · Solaio su spazi aperti predalles con blocchi di polistirene 126
- 16 · Solaio verso sottotetto non riscaldato in laterocemento 130
- 17 · Copertura con travatura in legno 134
- 18 · Copertura in ferro e laterizio 138
- 19 · Copertura in calcestruzzo armato gettato in opera 142
- 20 · Copertura piana in laterocemento 146
- 21 · Copertura inclinata in laterocemento 152

Parte 3

Analisi dei nodi costruttivi 158

Obiettivi e contenuti 158

Edificio e contesto climatico 158

Involucro termico e nodi costruttivi 159

Tecniche d'isolamento termico 160

Interventi d'isolamento termico 161

Nodi e ponti termici 163

Effetti dei ponti termici 163

Parametri e metodi di calcolo 165

Strumenti di calcolo 167

Risultati e verifiche 167

Confronto dei risultati 168

Principi di correzione 168

Limiti d'intervento 169

Indicazioni tecniche 170

Schede dei nodi costruttivi

Nodo 1 · Attacco a terra 173

Nodo 2 · Attacco a terra 189

Nodo 3 · Solaio su ambiente non climatizzato 205

Nodo 4 · Solaio verso spazio aperto 221

Nodo 5 · Solaio verso spazio aperto 237

Nodo 6 · Balcone 253

Nodo 7 · Infitto esterno 269

Nodo 8 · Copertura piana 295

Nodo 9 · Copertura piana 311

Nodo 10 · Solaio verso sottotetto non climatizzato 327

Nodo 11 · Copertura inclinata 343

Appendice

Procedure di calcolo 360

Calcolo della trasmittanza termica di una parete multistrato 360

Calcolo della trasmittanza termica periodica di una parete multistrato 360

Calcolo del contenuto di acqua in una parete multistrato 363

Analisi dei ponti termici 365

Bibliografia 373

Introduzione

Cristina Benedetti

Questo libro nasce da un lungo percorso, iniziato nell'ambito delle ricerche relative all'architettura energeticamente consapevole condotte presso la Facoltà di Architettura "Valle Giulia", della Università "La Sapienza" di Roma, con un gruppo di lavoro che comprendeva Cristina Benedetti, Maria Chiara Alati, Fabrizio Amadei, Gianni Cipriani, Daniele Giorgi, Gianluca Vanin e Giorgio Zannelli (per la parte relativa alla tecnologia del recupero edilizio) e a cui si devono i contributi per la definizione della prima parte dei contenuti qui sviluppati, continuate successivamente nel Master "CasaClima" presso la Facoltà di Scienze e Tecnologie della Libera Università di Bolzano per gli approfondimenti energetici di dettaglio.

L'iter metodologico della prima parte si struttura come un quadro di riferimento generale per gli interventi di riqualificazione energetica che prevedano anche trasformazioni delle destinazioni d'uso e delle modifiche sull'intero corpo dell'edificio. Costituendo ogni progetto

un caso a sé stante, i diversi passaggi non vengono qui approfonditi fino alla fase operativa che viene invece affrontata nella seconda parte del libro (la più corposa) che fa riferimento agli interventi di adeguamento energetico dell'involucro.

Questi, per loro natura, sono in certa misura catalogabili secondo tipologie determinate entro un certo campo di variabilità e intesi comunque come il passaggio finale e conclusivo di un percorso progettuale che, per la sua complessità, non può che essere affrontato "caso per caso".

Il libro vuole quindi proporre un collegamento tra le premesse metodologiche e culturali dell'intervento di recupero edilizio e gli aspetti applicativi del progetto di recupero energetico, sottolineando la complessità del percorso di progettazione per puntare all'ottimizzazione dell'intervento non solo da un punto di vista energetico ma anche di compatibilità morfologica e tecnologica nel pieno rispetto dei valori architettonici, storici e culturali dell'edificio.