

La storia

INFINITA

Tecnologia Edifici storici sostenibili

*Chiara
Maranzana
e Alfredo Zappa*

Un complesso conventuale edificato a Pordenone nel XVIII secolo è stato ridestinato a Biblioteca civica attraverso un intervento che, nel rispetto delle preesistenze, ha messo a bilancio gli aspetti di efficienza energetica e le condizioni di comfort ambientale necessari. Il progetto è firmato da Enrico Englaro (settore lavori pubblici) in collaborazione con Stefano Tavella e Roberto Pessotto.

Non si discute. La grande partita dell'efficienza energetica in edilizia si gioca sull'esistente. Più della metà del costruito italiano risale a prima della già largamente disattesa legge 373/76. Il 22 per cento è in mediocre e pessimo stato di conservazione. Il 70 per cento è relativamente giovane, perché realizzato nel secondo dopoguerra, ma solo il due per cento del totale può essere inserito in classi energetiche virtuose, cioè pari o superiori alla C (vedi il Rapporto Saie-nergia di Cresme Enea). All'interno di questo insieme, gli edifici di interesse storico si aggirano attorno al 6 per cento del totale. La cifra potrebbe forse assumere entità maggiore ma non mutare la sostanza, considerando case sparse, borghi o brani urbani che, pur in assenza di vincolo, rappresentano comunque una riconosciuta testimonianza della cultura dei luoghi. Il sito del Mibac (ministero per i Beni e le attività culturali) censisce 46.025 beni architettonici vincolati (ai quali potremmo aggiungere 5.668 beni archeologici) e poco meno di 8.700 tra quelli di interesse sulla base del Codice dei beni culturali e del paesaggio. In merito, il dlgs 192/2005 e il successivo 311/2006 sono espliciti nel sollevare queste costruzioni dagli obblighi di efficienza energetica "nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere

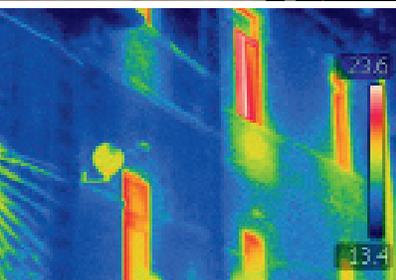
o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici". Eppure, contrariamente a quanto ci si potrebbe ragionevolmente aspettare, attorno agli interventi di "restauro energetico" c'è grande fermento, sia a livello tecnologico che progettuale. Qualche intervento è giunto a conclusione, la Provincia autonoma di Bolzano ne ha fatto addirittura oggetto di un premio, riservato all'ottimizzazione energetica nelle ristrutturazioni di edifici che datano dal Medioevo al XX secolo. Casi sporadici, ancora, ma si comincia a ragionare in termini di sistema, muovendo i primi passi in direzione di un approccio metodologico che vada oltre il caso singolo. Sul fronte normativo siamo a livello embrionale (vedi box a pagina 90). Ma la complessità dell'operazione è evidente già dalle ricerche in corso. L'Enea, per esempio, avvalendosi della collaborazione dell'università, è orientata verso la creazione di un catalogo delle soluzioni tecniche esistenti e sta ragionando con i ministeri dei Beni e delle attività culturali e dello Sviluppo economico in vista della redazione di linee di indirizzo per l'intervento sul patrimonio storico. "Insieme con il Consip - aggiunge Gaetano Fasano, responsabile del servizio per l'efficienza energetica nel residenziale e nel terziario - stiamo anche lavorando a un'ipotesi di capitolato d'appalto dedicato". L'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile è spinta da un'esigenza pratica: lo Stato è il principale proprietario del patrimonio storico e nell'ottica del contenimento delle spese sarebbe opportuno tagliare le bollette.

Tutt'altro interesse è alla base della sperimentazione lanciata dal Green building council Italia, che ha varato un programma di progetti pilota ai quali applicare il sistema di certificazione Leed nuove costruzioni e grandi ristrutturazioni, versione dello strumento americano adattata alla realtà nazionale. L'intento è mettere a fuoco le specificità del patrimonio storico e capire quali parametri ne possano restituire il livello di sostenibilità. Non solo energetica. "Abbiamo avviato il primo progetto pilota - spiega Alessandro Speccher, responsabile formazione e sviluppo Leed di Gbc Italia - che interessa Villa Astori a Torre de' Roveri (Bg): a questa villa di fine Ottocento, destinata a trasformarsi in struttura ricettiva, applichiamo lo strumento esistente e contemporaneamente redigiamo un dossier che ne evidenzia le carenze. In seguito estenderemo la sperimentazione a un'altra decina di casi e alla fine trarremo un bilancio con l'obiettivo di elaborare una procedura Leed hb (historical building) esclusivamente dedicata agli edifici storici". Anna Raimondi (studio Feiffer & Raimondi) è progettista di Villa Astori: "È





*Il risparmio
energetico offre
al patrimonio
di pregio italiano
una seconda
giovinanza*



Sopra, una struttura monasteriale risalente al 1623 e oggi destinata a centro culturale polivalente del comune di Turi, in provincia di Bari, è stata oggetto di uno studio per migliorarne l'efficienza energetica nell'ambito del Poi sulle rinnovabili, il programma europeo dedicato alle alternative e al risparmio energetico per il periodo 2007-2013.

Il progetto, elaborato da Giuseppe Cafaro, Giulio Madaro, Daniela Petrone e Fabio Sgaramella, concilia sostenibilità e soluzioni altamente innovative, quali strati di isolamento esterno con aerogel, sistemi radianti a soffitto, predisposizione per il solar cooling.

A destra, il primo intervento di restauro in Italia certificato Casaclima A nature.

Il progetto, firmato da ArcStudio Perlini, riguarda un edificio settecentesco a San Giovanni Lupatoto (Vr). Il recupero ha coinvolto in maniera sinergica parti strutturali, involucro e dotazioni impiantistiche.

difficile conciliare la conservazione con l'efficienza energetica, applichiamo alle diverse soluzioni individuate una logica di tipo comparativo per misurarne la resa in termini sia estetici che prestazionali. In questa fase si deve puntare a definire una griglia di riferimento a maglie flessibili, è difficile pensare a una standardizzazione in quanto gli edifici sono tutti diversi". Va detto che non sempre gli edifici storici necessitano di interventi radicali: "La disciplina della conservazione – è convinta Caterina Giovannini, presidente di Assorestaurò – contiene in sé, forse prima di qualsiasi altro approccio all'architettura, il germe della sostenibilità: penso al ricorso ai materiali del luogo (oggi si direbbe km zero), l'armonizzazione dell'intervento nel rispetto del contesto, il concetto di non invasività, l'uso di tecniche e prodotti compatibili con il supporto esistente. Sul fronte operativo, per ora si naviga a vista, affidandosi a criteri di reversibilità, non invasività, compatibilità, ma tantissime sono le evenienze progettuali per le quali il professionista non ha riferimenti chiari. Sarebbe pertanto auspicabile la preparazione di linee guida ministeriali sull'argomento".

A maggior ragione, bisogna procedere caso per caso, siamo ancora lontani dalla possibilità di sintesi. "La specificità dei singoli edifici – considera Susanne Waiz, curatrice del premio altoatesino – costringe ad abbandonare la strada delle formule preconstituite. Non solo bisogna pensare a un progetto energetico ad hoc, ma bisogna riconsiderare l'approccio all'utilizzo di questi fabbricati". Spesso infatti gli edifici storici vivono una seconda vita, con destinazioni d'uso differenti dalle originarie ("In un museo per esempio – aggiunge Susanne Waiz – si gira con il cappotto, non servono temperature eccessive"): parte proprio da questa constatazione il progetto europeo 3encult, avviato qualche mese fa con l'obiettivo di colmare il gap tra la conservazione e la protezione climatica in un'ottica di sopravvivenza del manufatto storico legata al suo riutilizzo. L'Italia partecipa al progetto con tre edifici, uno a Bolzano e due a Bologna. "Puntiamo

– spiega Alexandra Troi, coordinatore scientifico del progetto – allo sviluppo di soluzioni per il retrofit energetico dell'edificio storico, con il duplice fine del risparmio dei consumi e della conservazione del manufatto. L'intento è andare oltre al singolo caso, ma la creazione di uno standard non è prevista. La ricerca si concluderà invece con un end book, una sorta di manuale di progettazione nel quale verranno illustrate le soluzioni originali che saranno state individuate".

La sfida di 3encult, in Italia, è sviluppare soluzioni in sinergia con le soprintendenze, "creare – specifica Alexandra Troi – un linguaggio che sia comune ai tecnici e ai conservatori". Uno strumento di cui non si può fare a meno per questa tematica così complessa e affascinante da diventare anche oggetto di tesi di laurea e di dottorato. "Anche in università – conferma Pietro Maria Davoli, docente presso il dipartimento di Architettura dell'ateneo di Ferrara – l'intervento sul patrimonio storico è tema di interesse. Sono in corso le prime tesi di dottorato dedicate alla definizione di linee guida. Sono stati fatti grandi passi avanti rispetto solo a qualche anno fa, quando il restauro era realizzato fine a sé stesso. L'approccio è necessariamente multidisciplinare, tant'è che già ogni tesista ha un nutrito team di correlatori, dall'impiantista energetico allo strutturista, dal restauratore al soprintendente al compositivo". La condivisione delle competenze è la chiave di volta anche secondo Cesare Maria Joppolo, docente di Fisica-tecnica ambientale al Politecnico di Milano ed esperto nella progettazione di impianti: "Linee guida a parte – sostiene – è importante che si crei un sistema di relazioni e competenze sostenuto da un background culturale condiviso. Da questo punto di vista è fondamentale coniugare la formazione con la comunicazione tra i soggetti coinvolti". Anche perché in questo campo la discrezionalità degli organi deputati alla tutela del bene è sacra ("giustamente", chiosa Joppolo) e di conseguenza il rapporto con le soprintendenze dev'essere più che mai di collaborazione. "Bisogna fare squadra – interviene Pietro Dottor, presidente di Brandolin Dottor group, specializzato nel restauro architettonico



e monumentale di edifici storici e artistici – è necessario il coordinamento tra la soprintendenza, il progettista e l'impresa per trovare le giuste mediazioni tra le esigenze di tutela e l'emergenza energetica. Buon senso e collaborazione sono strumenti indispensabili in questo settore". Aiuterebbero anche le risorse economiche: "Nel restauro – spiega un altro imprenditore attivo nel settore, Daniele Gadola, titolare di Gadola manutenzione e servizi – gravano spesso problemi di spesa: il committente è generalmente pubblico, quindi sono all'ordine del giorno limiti di budget e percorsi decisionali infiniti. Con maggiori disponibilità si potrebbe più facilmente investire in ricerca. Oggi il mercato offre ampia scelta di soluzioni, ma l'incompatibilità è sempre dietro l'angolo". Valeria Erba, presidente dell'Anit (Associazione nazionale per l'isolamento termico e acustico), rilancia comunque il tema dell'innovazione tecnologica, "che aiuterebbe a trovare situazioni adatte a un contesto così particolare. In qualche caso, è impossibile intervenire, ma è importante mettere a punto soluzioni che garantiscano, oltre all'isolamento, anche la qualità delle finiture". In attesa di mecenati, si va avanti comunque. Il dipartimento di Progettazione dell'architettura del Politecnico di Milano è partner dell'Enea nell'operazione di inventario delle soluzioni in commercio: "L'obiettivo – racconta il direttore Maurizio Boriani – è il censimento delle proposte di mercato, la valutazione dei prodotti riferita a una teorica compatibilità e la creazione di un database (implementabile) che evidenzia le carenze attuali". Seguirà la prova sul campo: nell'ambito del progetto pilota che l'Enea svilupperà nel parco di Monza ("Per alcuni edifici – illustra Fasano – sperimenteremo il ricorso alle energie alternative, mentre per altri è in programma un percorso a fini maggiormente dimostrativi") il Politecnico interverrà su un mulino, con una prova al vero di quanto è possibile fare oggi con gli elementi a disposizione. Che sono molteplici, a partire dagli strumenti di diagnosi fino alle tecnologie più avanzate.

Leggere gli edifici

Intervenire sull'esistente comporta una sorta di processo di progettazione rovesciata. A differenza di cosa avviene per l'ex novo, dove è il progettista a determinare le caratteristiche del manufatto edilizio e le sue prestazioni, qui si parte dalla necessità di raggiungere determinate prestazioni basandosi su qualcosa che già esiste e di cui non si conoscono le proprietà e il comportamento. Le tecniche di diagnostica e rilievo per i beni culturali, grazie anche alla costante innovazione degli strumenti a disposizione, mettono al servizio dei progettisti del restauro un panorama tanto articolato quanto vario, anche in termini di sperimentazioni e consolidamento dei saperi. Indagini morfologiche, stratigrafiche, georadar, pacometriche, soniche, endoscopiche, petrografiche, chimiche eccetera, alle quali la domanda di incremento dell'efficienza energetica è andata ad aggiungere analisi termografiche, blower test e rilievi conoscitivi sul campo del comportamento termodinamico dell'edificio nel corso di un periodo campione. Questi ultimi si stanno rivelando molto efficaci per comprendere il delta tra la verifica virtuale e il comportamento reale delle fabbriche storiche e in prospettiva si prevede possano fornire dati utili per calibrare gli stan-



Sono tre gli edifici storici italiani che rientrano nel programma europeo di ricerca 3Encult, mirato a un'indagine del rapporto tra conservazione ed efficienza energetica. Referente per il nostro paese l'Eurac di Bolzano. I soggetti di studio comprendono la Pesa pubblica di Bolzano, risalente al XIII secolo (nell'immagine), Palazzo d'Accursio e la Palazzina della Viola a Bologna.

dard della normativa. A livello di ricerca universitaria si stanno sviluppando interessanti esperienze per l'integrazione sistemica dei diversi metodi di diagnosi, come avviene ad esempio presso il Centro dipartimentale Diaprem (Development of integrated automatic procedures for restoration of monuments), che afferisce al gruppo Architettura Energia del dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara. Altra significativa esperienza nell'ambito delle tecniche e metodologie d'intervento per la riqualificazione energetico-conservativa degli edifici, quella condotta dall'Utee (Unità tecnica efficienza energetica) dell'Enea sul centro storico di Serravalle, presso Vittorio Veneto. Parallelamente alle analisi scientifiche, gli esperti sottolineano la necessità di non tralasciare l'importanza di una lettura delle preesistenze capace di far comprendere il significato funzionale, anche in termini di architettura passiva, di elementi costruttivi, quali porticati, logge, sporti di gronda, così come di considerare l'edificio in relazione alle specificità del suo contesto microclimatico (orientamento, irraggiamento solare, temperatura, venti dominanti eccetera).

Non solo cappotto

Partiamo da un dato scontato: le capacità passive sono il punto cardine per il raggiungimento dei massimi obiettivi di efficienza energetica di un edificio, nuovo o vecchio che sia. Involucro in primo piano dunque anche per l'architettura storica, ma senza ricette prêt-à-porter. Infatti il cappotto, ormai proposto quasi come invariabile in gran parte degli interventi di recupero dell'edilizia esistente corrente, risulta in molti casi inadatto per avvolgere edifici di pregio

di cui andrebbe ad alterare irrimediabilmente la figura architettonica, le decorazioni, l'allineamento dei profili di facciata rispetto alle costruzioni attigue, con ricadute non solo sull'oggetto ma anche sul carattere dei luoghi.

Dove invece le sensibilità e le condizioni di tutela lo consentono, c'è solo l'imbarazzo della scelta, dai nuovissimi sistemi sottili termoriflettenti montati a secco su appositi profili ai classici termointonaci monostrato base calce, sino alle stratificazioni con pannelli coibenti della più varia natura (espansi polimerici, lana di roccia, fibra di vetro, fibra di legno, sughero, incannicciati naturali eccetera), con finiture che oltre agli intonaci a calce possono prevedere rivestimenti in listelli di laterizio e persino in pietra. Il mix tra materiali più o meno innovativi e tradizionali può però rivelarsi un vero e proprio campo minato sia a livello tecnologico (pensiamo ad esempio alla disomogeneità di comportamento a livello elastico o termoigrometrico), sia architettonico, perché senza la necessaria sensibilità, il rischio è di scivolare pericolosamente nel falso e nel pittoresco. Altro aspetto non trascurabile è la qualità architettonica delle superfici: "La planarità, la precisione, la nettezza figurativa di un moderno cappotto – conferma Susanne Waiz – figlio di tecniche esecutive contemporanee, sono molto diverse dalla morbidezza con cui venivano plasmate le antiche finiture, lo stesso modo di riflettere la luce è differente". Per ovviare al problema sono già state portate a termine con successo opere in cui alla normale rasatura dell'intonaco su rete è stata sostituita una stratificazione a maggior spessore, dove la qualità del risultato è strettamente legata alle capacità dell'applicatore. Non solo tecnologia, ma anche buona pratica diventano quindi fondamentali. Sempre dal punto di vista esecutivo, un contributo non trascurabile può venire dalla recente offerta sul mercato di apposite taglierine da cantiere per sagomare gli isolanti, unite a sistemi di rilievo delle superfici e settaggio in opera dei pannelli, che consentono esecuzioni estremamente precise dello strato coibente, in grado di sposare perfettamente le superfici della facciata esistente e i dettagli più complessi, evitando disomogeneità e ponti termici.

Il lato B

Considerazioni analoghe al cappotto esterno possono essere fatte per gli interventi sulle pareti d'ambito dall'interno. Se esistono affreschi, stucchi, intonaci di pregio, lesene, paraste e quant'altro, il discorso è precluso. In caso contrario le opportunità sono molte. Sinteticamente si può fare ricorso a stratificazioni a secco, quindi distinguibili e reversibili rispetto alla muratura originaria, attraverso la messa in opera di sottostrutture leggere in profili metallici per creare intercapedini dove alloggiare gli strati di isolamento e le barriere al vapore (oggi ne esistono anche a permeabilità variabile in funzione delle condizioni stagionali, in modo da favorire lo smaltimento dell'umidità latente), completando il tutto con pannelli di cartongesso, boiserie in legno, tessili pretensionati su appositi telai eccetera. Altra soluzione è la messa in opera di stratificazioni di generoso spessore, cosiddette a "cappotto interno", di cui si cominciano a vedere interessanti proposte nelle fiere del settore. E infine l'ultima generazione di isolanti a bassissima conduttività termica, sviluppati per garantire elevate performance a fronte di ridotti spessori



servono norme?

Sicuramente se ne parla, ma non sempre in termini di esigenza pressante. Eppure qualcosa si muove. Al ministero per i Beni e le attività culturali giace un documento con le linee guida per l'intervento in chiave di riqualificazione energetica dei beni culturali, messo a punto un paio d'anni fa da un supergruppo di università italiane coordinato da Livio De Santoli, docente e responsabile dell'energia per l'università La Sapienza di Roma. "Le abbiamo elaborate in tre mesi – dice – è uno strumento di cui non si può fare a meno, perché l'efficienza energetica è di fatto uno fattore di tutela. Un approccio metodologico ha una doppia valenza: da un lato guida l'intervento del progettista, dall'altro fornisce gli strumenti di giudizio a chi deve valutarlo". De Santoli si batte perché il ministero risponda e promuova il documento. Potrebbe essere cosa di questi giorni, in occasione di Greenbuilding a Verona (vedi box a pag. 92).

In Veneto, intanto, si sono già poste le basi per produrre un documento orientativo, con aspirazioni a livello nazionale. Lo scorso anno la direzione regionale per i beni culturali e paesaggistici, il Metadistretto veneto della bioedilizia e il Consorzio distretto veneto dei beni culturali hanno stipulato un protocollo di intesa relativo al progetto "Azioni di trasferimento tecnologico per il miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali dell'edilizia storica secondo il criterio dell'edilizia sostenibile" (www.attess.it). L'obiettivo è la stesura di linee guida e buone pratiche, applicabili a livello nazionale, per gli interventi di efficienza energetica e ambientale negli edifici storici, nel rispetto della loro integrità storico-artistica. E anche l'Europa ragiona in chiave normativa. Nell'ambito del Cen, il Comitato europeo di standardizzazione, il Tc 346 sta valutando l'ipotesi di affrontare il tema. "L'idea c'è – conferma il presidente Vasco Fassina – ma il rischio è sovrapporsi al lavoro di altri gruppi di normativa. I beni culturali ricadono infatti spesso sotto altri ambiti di intervento (edifici, materiali, energia eccetera, ndr) sebbene abbiano aspetti particolari. Se ne discuterà nella prossima riunione di coordinamento generale, in queste settimane". Dovesse decidere di mettersi al lavoro, il Tc 346 avrà bisogno di qualche anno per concludere le sue elaborazioni.

L'efficienza energetica a scala urbana assume una dimensione certamente complessa, ma al tempo stesso strategicamente più interessante nella tutela di tessuti insediativi che rappresentano una riconosciuta testimonianza della cultura dei luoghi e di identità sociale. Significativa l'esperienza in tema portata avanti sul centro storico di Serravalle, presso Vittorio Veneto (Tv), dall'Utee (unità tecnica efficienza energetica) dell'Enea, alla quale hanno lavorato Gaetano Fasano, Styliani Fanou e Chiara Disarcina. Operazioni chiave, un'articolata metodologia conoscitiva, un approccio progettuale volto al ricorso a tecnologie sostenibili e un sistema mirato di verifiche sulla qualità.

di messa in opera. Tra questi sono in commercio pannelli con anima sottovuoto al gel di silicio ($\lambda 0,007 \text{ W/m}^2\text{K}$) che consentono con 3 cm di spessore di ottenere un isolamento paragonabile a un tradizionale pannello in fibra di vetro da 15 cm. O ancora, lastre sottili di fibra di roccia e aerogel ($\lambda 0,019 \text{ W/m}^2\text{K}$) concepite per rivestimenti interni.

È scontato, ma vale la pena ricordare, che in tutti questi casi il ricorso alla diagnostica è fondamentale. Da un lato è necessario comprendere le caratteristiche di murature nella maggior parte dei casi disomogenee in termini di materiali (pietra, laterizio, miste, pesanti, leggere, portanti, portate), delle tecniche costruttive (tessitura classica, a sacco, listata, con immorsamenti eccetera), delle specificità dell'edificio (intercapedini nascoste, tamponamenti non coevi, elementi lignei, lapidei o metallici inglobati), dall'altro prevederne il comportamento igrotermico e le eventuali alterazioni indotte dalle stratificazioni che si intendono mettere in opera, modificando e dimensionando queste ultime in modo corretto e compatibile con le prestazioni e la durabilità.

Nel caso non si possa intervenire né dall'esterno, né dall'interno, il generoso spessore delle antiche murature e la loro elevata massa contribuiscono grazie all'inerzia e allo sfasamento termico a mitigare in parte l'assenza di isolamento. In alcuni casi, ci è stato riferito e naturalmente vale come dato non generalizzabile, di edifici con queste caratteristiche inseriti in lotti urbani (quindi con due delle pareti esterne attigue a quelle di altre costruzioni), sui quali si è intervenuti unicamente sulle coperture, sui serramenti e sulla mitigazione dei ponti termici e si è riusciti a conseguire un fabbisogno energetico nell'ordine dei $70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, assimilabile, giusto per capire, a una classe C di Casaclima.

Altri punti critici di un edificio storico in termini di isolamento sono i solai verso la copertura e quelli su vespai e cantinati. Nel primo caso, potendo intervenire sull'extradosso, l'offerta di mercato offre l'imbarazzo della scelta tra materassini e isolanti sfusi leggeri (per non gravare eccessivamente sulla struttura) oppure, in presenza di sottotetti praticabili, mediante l'impiego di lastre preaccoppiate a piani di calpestio, stratificazioni a secco e quant'altro. Per l'intradosso vale naturalmente quanto detto per l'isolamento

dall'interno delle pareti d'ambito. Più impattante può invece rivelarsi l'intervento sui solai del piano terreno o su quelli insistenti sugli spazi freddi, perché in tutti i casi ove non si possa intervenire dal di sotto (vespai inaccessibili, voltati di pregio degli interrati, porticati con stucchi e decorazioni), l'unica via è rimuovere le antiche pavimentazioni, realizzare un sottofondo isolante (magari integrato a un sistema di climatizzazione radiante) e infine rimettere in opera il rivestimento originale. Naturalmente, oltre al rispetto e alla liceità conservativa, si presenta il problema di rendere compatibili le nuove quote di calpestio con quelle dei locali attigui, con le scale eccetera.

Strategie di copertura

Come noto, attraverso una copertura non isolata si può disperdere ben oltre il 40 per cento dell'energia termica di un edificio. Intervenire in questo ambito è quindi fondamentale e per certi versi anche più semplice. Sia che si recuperino le vecchie strutture lignee, sia quando è necessario metterne in opera nuove, l'integrazione con gli odierni e sofisticati pacchetti di isolamento stratificati, ventilati, dotati di membrane traspiranti ma non permeabili all'acqua capaci di perdonare anche qualche infiltrazione dovuta alla non perfetta tenuta di antiche tegole a mano o manti in pietra a spacco, non pone sicuramente problemi in termini esecutivi e prestazionali. Discorso analogo vale per la mitigazione dei ponti termici del nodo facciata copertura. "La criticità – intervengono Davoli – va invece ricercata nell'assimilazione degli elevati spessori che ormai hanno raggiunto i pacchetti di falda, tali da alterare l'immagine architettonica sia in termini di disallineamento dei colmi rispetto alla figura urbana, sia dei profili di gronda, che tendono ad assumere proporzioni decisamente differenti, richiedendo accorgimenti ad hoc e una meticolosa progettazione di dettaglio". Altro punto dolente l'eventuale integrazione in falda di pannelli solari, siano essi fotovoltaici o termici. Le soluzioni offerte dal mercato, come abbiamo più volte sottolineato sulle pagine di Costruire, tranne in rari casi sono piuttosto primitive e comunque difficilmente assimilabili a un intervento di restauro conservativo.

La finestra sulla storia

Un'area di intervento che invece riserva risultati molto apprezzabili in termini di efficienza energetica è quella dei serramenti e delle vetrate. Anche in questo caso il ventaglio di possibilità è molto vasto. Davanti a serramenti storici di particolare pregio con invetriate a mano non si può far altro che conservare. "In alcuni casi – suggerisce Boriani – di concerto con la soprintendenza si può verificare la possibilità di mettere in opera un secondo serramento dall'interno, impostato nello stesso vano a opportuna distanza o ridare dignità alla tenda nel suo ruolo di mitigatore termico". Quando è possibile, la sostituzione dei vetri semplici con pannelli vetrocamera bassoemissivi o selettivi dello spettro luminoso fa già registrare risultati significativi. In caso invece di sostituzione totale il problema più evidente, indipendentemente dal materiale dei profili (oggi sarebbe meglio dire "i materiali", visto il proliferare di soluzioni miste legno-allumi-

Per accogliere spazi di servizio pubblico e gli uffici amministrativi del comune di Pordenone, l'ex scuola Giovanni Antonio è stata interessata da un intervento pilota che ha dimostrato la possibilità di integrare nei vecchi edifici tecnologie d'avanguardia nel campo dell'efficienza energetica e dell'impiego di energie alternative. Il progetto è stato curato da un protagonista internazionale dell'architettura sostenibile come Thomas Herzog, in collaborazione con Carlo Zilli, Guido Lutman, Francesco Sgarazzutti, Primula Cantiello (Settore lavori pubblici del Comune).

foto Gianni Pignat





nio, legno-Pvc eccetera) è quello della loro sezione. Per raggiungere le prestazioni che tutti conosciamo (oggi sono disponibili serramenti per edifici passivi capaci di assicurare trasmittanze U_w nell'ordine di $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$), la sezione dei telai, infarcita di camere, guarnizioni e tagli termici, è cresciuta parecchio. Per questo quasi ogni produttore ha in catalogo linee appositamente concepite per gli interventi di recupero, dotate di profili e finiture estetiche studiate ad hoc. Molto interessante è in questo senso la comparsa di serramenti in cui il vetro è a totale sormonto dei battenti, lasciando a vista il solo profilo perimetrale del telaio. Altra soluzione adottata è quella di mascherare parte del telaio a vista attraverso nodi muratura serramento studiati ad hoc, creando una battuta verso l'esterno o, quando possibile, facendo risvoltare (correttamente) il cappotto isolante sulle spalle e l'imbotte della forometria. Un dettaglio che sottolinea l'attenzione da riservare alla soluzione dei ponti termici e della tenuta all'aria tra facciata e serramento, per i quali sono disponibili sul mercato decine di bandelle, nastrature e profili appositamente sviluppati. Ultima notazione per quanto riguarda i serramenti, la metodologia d'approccio. La tendenza, sotto la guida delle soprintendenze, è di condurre interventi di tipo selettivo, prevedendo nell'ambito dello stesso edificio, secondo precise logiche di coerenza, la convivenza tra serramenti originali ed ex novo.

Vecchi muri, nuovo clima

Il capitolo impianti è senza dubbio tra quelli più complessi da affrontare, non solo in termini di efficienza energetica e comfort interno (sia rispetto alle persone che alla tutela delle opere), ma anche di integrazione di macchine e reti. Proprio per questo non esistono soluzioni univoche e ogni edificio rappresenta un caso a sé in termini di opportunità e

criticità da dover affrontare. Costituire team multidisciplinari è quindi determinante per la qualità del risultato. Negli interventi di restauro l'operazione più difficile è senza dubbio quella relativa ai sistemi e alle reti di distribuzione dell'energia. Bisogna capire come passare e dove passare, minimizzando l'impatto impiantistico all'interno di organismi edilizi originariamente concepiti per esserne privi. Ma se il problema non è di facile soluzione per condotte idriche ed elettriche, che come noto presentano sezioni relativamente ridotte, le cose si complicano ulteriormente per gli impianti ad aria, che necessitano di canali di mandata e ripresa, così come per quelli di ventilazione e trattamento necessari per i ricambi igienici e per assicurare le corrette percentuali di umidità ambientale. Naturalmente, dov'è possibile portare a termine gli interventi migliorativi delle prestazioni dell'in-

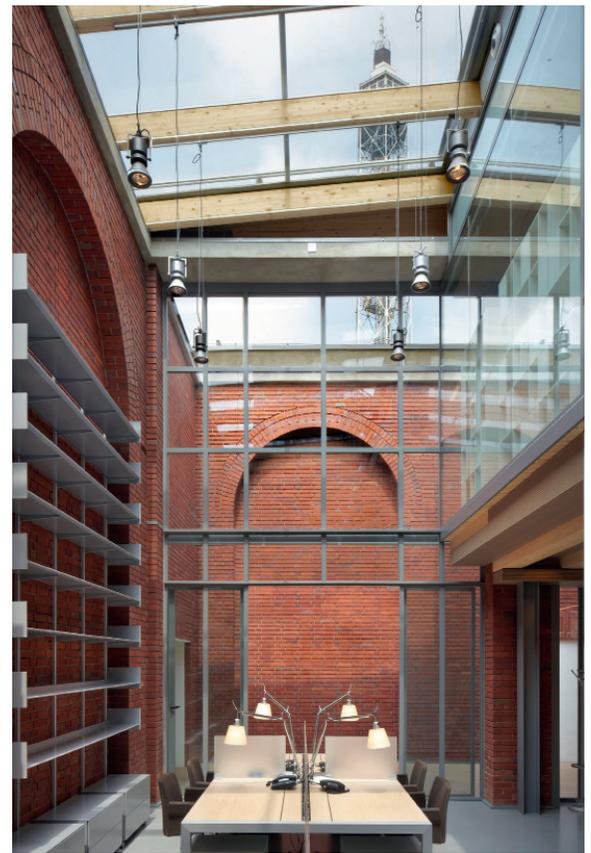
I vincitori del premio per l'ottimizzazione energetica nelle ristrutturazioni 2010, bandito dalla Provincia di Bolzano. Qui sopra, Jürgen Wallnöfer è intervenuto su una residenza a Glorenza, risalente al XVI secolo. A Malles, Christian Kapeller si è occupato di una casa del 1582 (a sinistra). Le drastiche riduzioni dei consumi sono state ottenute a fronte di un'elevata qualità architettonica del restauro.

verona in prima fila

La riqualificazione energetica degli edifici storici è il tema del convegno di apertura di Greenbuilding, la mostra convegno internazionale sull'efficienza energetica e l'architettura sostenibile in programma a Verona dal 4 al 6 maggio nell'ambito di Solarexpo. In quell'occasione il ministero per i Beni e le attività culturali presenterà in anteprima nazionale le linee guida sull'uso efficiente dell'energia nel patrimonio storico. Il direttore generale del Mibac Antonia Pasqua Recchia illustrerà la filosofia ispiratrice del provvedimento, che punta ad armonizzare le esigenze di tutela con quelle di efficientamento degli involucri edilizi storici e delle relative tecnologie impiantistiche, ai fini sia di risparmio energetico-ambientale, sia di concreto risparmio nei costi gestionali. Verranno inoltre presentati casi studio rappresentativi per tipologia di edificio e per soluzioni prescelte. Nel corso dei tre giorni di fiera si terrà anche una serie di workshop, organizzati in collaborazione con *Costruire*, nel corso dei quali esperti e addetti ai lavori proporranno testimonianze ed esperienze. Le proposte più innovative offerte dal mercato in questo settore saranno oggetto dello showroom Illuminazioni, giunto alla sua terza edizione.

A destra, all'interno del Palazzo dell'Arte di Giovanni Muzio, Michele De Lucchi (studio aMdl) e Alessandro Pedron (Apml architetti) hanno portato a termine il restauro e la ridestinazione di un cavedio da molti anni in abbandono, per ospitare gli uffici del Museo del design. Efficienza energetica, livelli di comfort adeguati e necessità di tutela di un'opera del Moderno sotto vincolo hanno guidato allo sviluppo di un progetto che integra le preesistenze con strutture contemporanee distinguibili e reversibili. Sotto, Villa Astori a Torre de' Roveri (Bg) è un complesso il cui corpo più antico risale alla seconda metà dell'Ottocento, con addizioni e ampliamenti succedutisi fino al 1940. Il progetto di restauro e ridestinazione a struttura ricettiva, elaborato dallo studio Feiffer & Raimondi, rappresenta la prima esperienza pilota di applicazione del protocollo Leed Italia a un edificio storico. L'obiettivo è costruire una casistica per elaborare una specifica procedura Leed Historical building.

volucro di cui abbiamo già fatto cenno, si potrà beneficiare di un minor dimensionamento delle potenze installate e quindi di minori ingombri delle relative apparecchiature. In questo campo, in sostituzione delle tradizionali caldaie, si vanno affermando soluzioni che fanno riferimento alle pompe di calore, con varie possibilità di scambiatori a piastra, ipogei, in falda eccetera, il tutto integrabile con fonti energetiche alternative. I benefici sono molteplici e vanno da una maggiore efficienza a un minore impatto sulle strutture edilizie (non sono necessari camini e centrali termiche), oltre alla possibilità di integrare in una sola macchina la produzione di energia termica e frigorifera, assicurando apprezzabili economie degli spazi dedicati. Anche per quanto riguarda i terminali d'ambiente, l'innovazione tecnologica mette a disposizione soluzioni molto interessanti. Tra queste, la nuova generazione di diffusori a dislocamento (a fungo, colonna, pannello eccetera), che immettono aria a ridotta velocità e bassa differenza di temperatura nella parte inferiore dei locali e, rispetto alle soluzioni tradizionali, sono intrinsecamente più efficienti, meno impattanti dal punto di vista architettonico e meglio integrabili con l'edificio. Per gli impianti di climatizzazione che come vettore impiegano l'acqua, i sistemi radianti a bassa temperatura per riscaldamento e raffrescamento offrono grandi opportunità. Inoltre, per gli interventi sull'esistente sono disponibili pacchetti specificamente sviluppati, a spessore particolarmente ridotto. L'installazione più diffusa è quella sottopavimento, ove naturalmente quest'ultimo non sia soggetto a vincolo. La casistica degli edifici storici comprende ormai numerosi esempi di pregio nei quali, di concerto con la soprintendenza, l'antico rivestimento è stato accuratamente smontato e rimontato a impianto ultimato. In generale, i sistemi radianti offrono un'elevata efficienza, riescono a sfruttare al meglio la generosa massa degli edifici storici e quindi la loro inerzia termica. A parità di comfort permettono di avere temperature dell'aria più favorevoli e minori consumi energetici. "Dal punto di vista delle soluzioni progettuali – spiega Joppo – negli edifici storici a destinazione museale, per



esempio, oltre al comfort delle persone bisogna assicurare condizioni per la corretta conservazione delle opere: in questi casi, si possono creare miniambienti con regolazioni di umidità e temperatura separate, in grado di assicurare livelli di controllo più puntuali e appropriati alle singole condizioni ambientali e di gestione energetica". Un contributo all'ottimizzazione nella gestione di impianti chiamati a risolvere il complesso rapporto tra comfort ed efficienza energetica all'interno di edifici particolarmente difficili come quelli storici è offerto dall'adozione di sistemi di controllo automatico e regolazione intelligente che, anche attraverso dispositivi di trasmissione wireless (poco invasivi) e di controllo da remoto, riescono a gestire al meglio il comportamento termodinamico dell'organismo edilizio sulla base degli standard desiderati.

Nell'ambito dell'efficienza energetica un peso non trascurabile è giocato dalle apparecchiature elettriche e illuminotecniche, anche a causa della minor percentuale di superfici vetrate che caratterizza gli edifici storici e del conseguente scarso apporto della luce naturale all'illuminazione d'interni. Apparecchi utilizzatori in classe A e lampade a basso consumo (fluorescenti e led) sono un riferimento obbligato, così come la moderna scienza del lighting design, per quanto riguarda sia l'illuminazione di servizio che di valorizzazione. Anche in questi casi, la domotica può svolgere un ruolo di primo piano nel gestire i consumi e i picchi di domanda in funzione delle fasce orarie di tariffazione, degli apporti luminosi nel corso della giornata, della creazione di scenari ad hoc, della riduzione dell'impatto dei cablaggi attraverso i comandi radio. ☑

