

Acciaio e sostenibilità. Jürgen Reichardt, edificio per abitazione e studio, Essen, 1996

Sostenibilità e qualità ambientale sono i paradigmi di riferimento nei processi di innovazione tecnologica che caratterizzano l'architettura contemporanea, sia nei settori avanzati, come il terziario, sia nel diffuso, come la residenza. Il rinnovamento dei processi costruttivi e della produzione di componenti edilizi in un'ottica sostenibile richiede una continua ricerca e sperimentazione di materiali, modalità di assemblaggio e capacità produttive sempre in bilico tra tradizione e innovazione. Gli edifici diventano il luogo artificiale dell'ottimizzazione delle risorse naturali (illuminazione, ventilazione, orientamento), dove la sofisticata scientificità delle tecniche si incontra con l'imprevedibile ciclicità della natura. Le tecnologie tradizionali vengono ibridate e contaminate con tecnologie evolute legate a nuovi materiali e nuovi componenti dalle prestazioni sempre più specializzate. Di fronte a questo panorama, il progettista deve sapersi avvalere delle possibilità offerte dall'industria edile facendosi però carico anche di un comportamento etico nei confronti dell'ambiente.

La sostenibilità si riferisce alla raggiunta consapevolezza di confrontarsi con un contesto ambientale che richiede scelte etiche e risparmio energetico. Fino al secolo scorso e alla rivoluzione industriale non si era mai creato il problema dell'equilibrio artificiale-natura, o al limite in senso opposto a quello attuale, poiché tutti gli sforzi dell'uomo erano tesi a difendersi dall'ostilità della natura, ma dopo gli eccessi nel prelievo delle risorse operati a seguito dell'introduzione dell'impiantistica e delle macchine, si è reso evidente il superamento dei limiti di sfruttamento della natura.

Parallelamente, le possibilità offerte dalle nuove tecnologie hanno portato l'uomo a esprimere esigenze sempre più complesse e articolate e a richiedere una maggiore qualità ambientale dei propri spazi di vita. Il soddisfacimento dei bisogni è stato in un primo tempo ottenuto tramite un utilizzo allargato di impianti e tramite un uso enfatizzato delle possibilità raggiunte dalla tecnologia per la regolazione del microclima interno, ma la crisi ambientale ha fatto vacillare il convincimento dell'uomo di poter trarre illimitatamente dalla natura le risorse energetiche.

Negli anni settanta i primi sintomi, sotto forma di inquinamento e di esaurimento delle risorse, hanno messo in luce l'incapacità della natura di sopportare il suo uso indiscriminato: nel 1972, con il Rapporto del MIT (Massachusetts Institute of Technology) di Boston su *I limiti dello sviluppo*, viene dimostrata l'esauribilità delle risorse naturali.

Nel 1987 però il problema ambientale assume una nuova connotazione. Il Rapporto Brundtland della *World Commission on Environment and Development* evidenzia i danni provocati sull'ambiente dallo sviluppo della società. "La questione ambientale, precedentemente identificata con il problema della

La sostenibilità viene interpretata nel progetto di Jürgen Reichardt come ricerca di equilibrio con le risorse a disposizione: l'edificio si pone come captatore di calore, grazie alle masse di accumulo termico, sfrutta la ventilazione naturale per il raffrescamento e ottimizza l'illuminazione naturale grazie all'utilizzo esteso della trasparenza. In questo senso la sostenibilità si concilia con l'ottenimento della qualità ambientale, ossia delle condizioni di comfort climatico all'interno dell'edificio, quale aspettativa degli utenti. Ma la sostenibilità non significa solo contenimento del consumo di risorse naturali: significa anche riduzione della produzione di inquinamento, che in architettura si traduce nella produzione di macerie e di edifici degradati o abbandonati. Per rispondere a questo, il progetto di Jürgen Reichardt è dotato di una grande capacità di adattamento che facilita le operazioni di manutenzione e la trasformazione degli spazi, consentendo di prolungare la vita dell'edificio oltre il ciclo di vita utile dei suoi componenti e di rifunzionalizzare gli spazi grazie alla riconformazione tipologica garantita dalla flessibilità sia del sistema di facciata che di suddivisione interna degli ambienti.

Steel and sustainability Jürgen Reichardt, building for living and study, Essen, 1996

Sustainability is interpreted in Jürgen Reichardt's project as a search for balance using the resources available. The building acquires heat from its thermal accumulator mass, uses natural ventilation for cooling and makes the most of natural light with extensive use of transparent structures. Sustainability in this sense leads to the environmental quality and living comfort that people want. But there's more to sustainability than the imposing on the limits to the use of natural resources – it also means reduced pollution which, in architectural terms, means less rubble and the elimination of dilapidated, deserted buildings. As a solution to the problems encountered, Jürgen Reichardt's project is extremely adaptable and open to transformation, giving ease of maintenance and high levels of flexibility. This means that the life cycle of the building is longer than that of its component parts, with a flexible facade that can be shaped as required and a wide range of options for the subdivision of the inner spaces.

scarsità ed esauribilità delle risorse (energia, materie prime, cibo, ecc.) è ora posta in termini di vulnerabilità della qualità dell'ambiente e di stabilità dell'ecosistema planetario (biosfera)" (Scandurra, 1997, p. 67). È in questa occasione che viene per la prima volta utilizzato il termine *sviluppo sostenibile*, col significato di "sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere le capacità delle generazioni future". In questa nuova accezione, la preoccupazione non è più rivolta soltanto a frenare il consumo delle risorse naturali, ma anche a limitare la produzione di inquinamento che porta al degrado dell'ambiente naturale. Emerge così il tema della responsabilità dell'agire dell'uomo nei confronti sia dell'ambiente naturale che degli altri abitanti della terra, comprese le generazioni future. L'enorme sviluppo delle tecnologie al servizio dell'uomo durante questo secolo ha portato alla costruzione di un ambiente prevalentemente antropizzato

e artificializzato, in cui è difficile trovare spazi naturali incontaminati. Il conflitto tra naturale e artificiale e la preoccupazione nei confronti della deperibilità dell'ambiente naturale non è nato però in relazione alla quantità di spazi destinati al costruito, necessari all'uomo per abitare, ma piuttosto in relazione alla qualità di tali spazi. L'architettura è un artefatto, è un prodotto dell'attività umana che trasforma uno spazio in un luogo, dotando lo spazio di senso, delimitandolo, dandogli forma e attrezzandolo per renderlo funzionale alle nostre esigenze (De Michelis, 1998). Il degrado dell'ambiente avviene nel momento in cui l'architettura perde il proprio significato e la propria funzione: la preoccupazione per la consumazione del territorio nasce da tutte quelle costruzioni abbandonate, principalmente aree industriali, che, decaduta l'attività per cui sono state costruite, difficilmente possono essere rifunzionalizzate, demolite o sostituite. Queste aree costituiscono i veri 'rifiuti' dell'architettura, oltre alle macerie da demolizione, ed è qui che si pone la questione della responsabilità etica del progettista. Alcune interpretazioni architettoniche hanno affrontato il tema cercando di risolvere il problema del rapporto con la natura tramite un'architettura che ristabilisse l'armonia con l'ambiente, utilizzando tecniche costruttive artigianali e materiali naturali come la paglia e l'argilla. Non è detto che questa sia la soluzione più adeguata e sicuramente è una soluzione che reprime l'innovazione tecnologica e nega al contesto produttivo di tipo industriale, che caratterizza la nostra epoca, la possibilità di attuare una evoluzione e un processo di adattamento in relazione alle mutate condizioni del contesto ambientale. "Quello che continua ad essere ancora l'equivoco di molti, ogni qualvolta si accenni agli esempi famosi di architettura spontanea (Mikonos, Capri, Alberobello), è di credere che con questo si voglia incitare ad un 'ritorno alla natura', ad un riaccostarsi a materiali locali quando tale ritorno è ovviamente impossibile e insensato" (Dorfles, 1968, p. 179). Per Gillo Dorfles l'unica possibile integrazione tra artificio e natura attuabile oggi è il riconoscere come anche i prodotti industriali siano in realtà prodotti di "derivazione naturale", che, sottoposti a un processo di trasformazione, diventano parte integrante di un "oggetto artificiale", ossia dell'architettura. Non è dunque il prodotto industriale a dover essere considerato causa del degrado ambientale. Piuttosto va indagata la modalità del costruire, i suoi tempi e la sua capacità (o incapacità) di rigenerazione: in questo sta la lontananza dalla ciclicità dei processi naturali. In qualche modo occorre creare un accostamento e un paragone tra il divenire della natura e il divenire dell'architettura, cercando di stabilire "un equilibrio attivo e dinamico con il mondo", dotando l'architettura di una capacità di cambiamento (Tagliagambe, 1998). La questione dell'adattamento per la sopravvivenza e la necessità di porsi il problema della 'morte' dell'edificio in termini di decomposizione (smontaggio e riciclaggio) richiedono l'adozione di soluzioni progettuali in cui i sistemi costruttivi dell'edificio consentano possibilità di cambiamento e di reversibilità, all'interno comunque di un utilizzo di prodotti e processi di produzione di matrice industriale. Il rispetto dell'ambiente richiede al proget-

tista la presa di coscienza che le costruzioni architettoniche sono sottoposte ad una sempre più rapida obsolescenza e che quindi uno dei requisiti che si richiede agli edifici è quello di poter essere rapidamente sostituiti, di essere oggetti facilmente alterabili e trasformabili, flessibili e reversibili. Questa capacità delle costruzioni di riprodurre il ciclo di vita e morte tipico della realtà naturale c'entra poco con l'architettura organica (adozione di forme che si integrino con il territorio) e con la bioarchitettura (utilizzo di materiali 'naturali').

Il nodo con cui confrontarsi è dunque la rapida obsolescenza degli oggetti costruiti e l'esigenza di trasformabilità dell'architettura, senza che il divenire comporti un 'usa e getta' architettonico con la creazione di macerie, detriti o ancor peggio costruzioni abbandonate. Non è possibile un uso consumistico dell'architettura, poiché non è possibile gettarla in discarica, sbarazzarsene. La fine di un'architettura crea la presenza di un 'vuoto' urbano non sempre tempestivamente ripristinato, con la creazione quindi di aree di degrado, di abbandono. Inoltre si parla di 30 milioni di tonnellate di macerie prodotte all'anno a seguito di demolizioni di edifici (o di parti di edifici) che vanno a creare inquinamento per l'ambiente (Sinopoli, 1999). Per pensare a una sostenibilità del divenire dell'architettura occorre dunque delineare un metodo di programmazione oltre che di progettazione che gestisca tutte le fasi (nascita, vita e morte) di un edificio. Dunque la responsabilità etica del progettista è quella di non fermare la progettazione alla soluzione dei problemi relativi alla costruzione, ma di farsi carico all'interno del progetto della previsione:

- delle modalità di uso e gestione dell'edificio, ossia delle questioni relative al risparmio energetico e alla adattabilità e flessibilità degli spazi;
- delle modalità di manutenzione dei componenti, passando dal concetto di manutenzione come intervento 'a guasto avvenuto' alla previsione dell'obsolescenza, ossia alla manutenibilità (Molinari, 1989; D'Alessandro, 1994);
- delle modalità di smontaggio e riciclaggio dei materiali al momento della 'morte' dell'edificio, ossia della fine della sua utilità funzionale, evitando la creazione di aree di degrado.

Si sta così affermando un nuovo modo di concepire l'edificio, non più come oggetto inalterabile, ma come elemento evolvibile e mutevole, che può prolungare la sua stessa esistenza tramite la propria capacità trasformativa. Nasce così una maggiore attenzione verso la vita dell'edificio, tradizionalmente trascurata. Si parla di manutenzione programmata e di smontabilità degli elementi degradati, in modo da prolungare la vita dell'edificio oltre il ciclo di vita utile dei suoi componenti. Si parla di sostituibilità dei componenti in modo da variare la conformazione dello spazio a seconda delle esigenze funzionali. Si parla di reversibilità dell'intera costruzione, in modo da poterla smontare e da poter riciclare i materiali che la costituiscono quando si è esaurita la sua 'vita', o meglio la sua utilità.

Il carattere di temporaneità dell'architettura è legato all'utilizzo di tecniche e materiali innovativi la cui caratteristica è la leggerezza. Le esigenze di manutenibilità, in vista del prolungamento del ciclo di vita dell'edificio, e di reversibilità, al posto

della demolizione, indirizzano verso tecniche di connessione tra gli elementi dell'edificio finalizzate alla smontabilità e separabilità delle parti quale presupposto della riciclabilità dei prodotti e dei materiali. Le tecniche basate sull'assemblaggio a secco di componenti appaiono dunque tecniche della sostenibilità, in quanto permettono la disconnessione degli elementi e quindi il recupero dei materiali e la sostituibilità dei componenti. In questo senso l'impiego dell'acciaio appare svolgere un ruolo particolarmente rilevante, in quanto consente di realizzare componenti la cui connessione può basarsi sulla semplice imbullonatura e che possono, una volta disassemblati, essere facilmente riciclati. La programmazione della smontabilità e riciclabilità dell'edificio e delle sue parti è idea recente, ma possiamo rintracciarne i prodromi già in opere risalenti alla rivoluzione industriale, come il Crystal Palace di Joseph Paxton del 1851 e il Kibble Palace a Glasgow di John Kibble del 1873, i primi edifici costituiti da componenti prefabbricati, industrialmente concepiti come strutture temporanee smontabili e riedificabili, che adottavano come procedimento di connessione tra componenti proprio l'assemblaggio a secco (Campioli, 1988). E del resto l'abitazione di Jürgen Reichardt per la sua leggerezza e trasparenza rievoca il tema della serra o degli edifici per esposizione, con tutto il suo potenziale innovativo nell'applicazione a un edificio residenziale.

A fianco alla programmazione della realizzazione, trasformabilità e dismissione dell'edificio e dei suoi componenti, vi è anche la necessità di progettare la gestione dell'edificio, ottimizzando le risorse naturali e garantendo il risparmio energetico. Tutte le soluzioni che riguardano la regolazione del comfort interno, la riduzione dei consumi energetici e il controllo dei rapporti tra microclima interno e ambiente esterno sono fondamentali per il risparmio delle risorse naturali e quindi per evitare il depauperamento dell'ambiente, pur soddisfacendo le esigenze di qualità ambientale degli spazi di vita. L'attenzione posta a questi fattori va a riflettersi in maniera diretta sulla distribuzione dei volumi dell'edificio, sull'orientamento, sulla conformazione tipologica, sulle scelte materiche e sulle modalità costruttive. L'illuminazione naturale, la ventilazione naturale, l'utilizzo di masse di accumulo termico, il concepire l'edificio come captatore di energia (solare) sono temi che rientrano in una concezione bioclimatica dell'architettura, in cui l'armonia con la natura viene stabilita tramite l'utilizzo di prodotti artificiali, tipicamente antropici, ma atti a ottimizzare l'energia e le risorse naturali allo scopo di regolare il comfort interno. Le tecnologie bioclimatiche interessano principalmente il tema dell'involucro, in quanto sono i sistemi di chiusura di un edificio a regolare i flussi energetici e climatici tra interno ed esterno e a regolare il microclima interno. Tendenzialmente vengono adottati componenti di facciata di tipo industrializzato, a catalogo, frutto della ricerca e sperimentazione operata in maniera sistematica dalle aziende produttrici. Il progettista si trova spesso a dover adattare i sistemi costruttivi offerti dal mercato alle esigenze specifiche del singolo progetto, in relazione al contesto ambientale, ai bisogni di comfort espressi dall'utenza, ai parametri climatici, alle aspettative linguistiche.

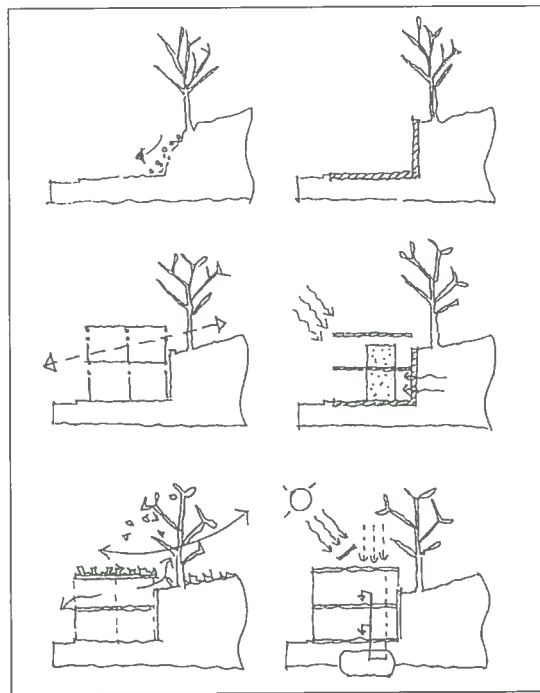


Fig. 1. Schizzi progettuali con i principali temi per la qualità ambientale: l'ampio sbancamento del terreno; il consolidamento con la costruzione di un muro di contenimento in c.a.; l'illuminazione naturale garantita sia a sud che a nord, verso il pendio; le masse di accumulo termico costituite dal muro di contenimento, dai solai e dal nucleo servizi in muratura; il sistema di ventilazione naturale; i sistemi per l'utilizzo dell'acqua piovana e dell'energia solare.

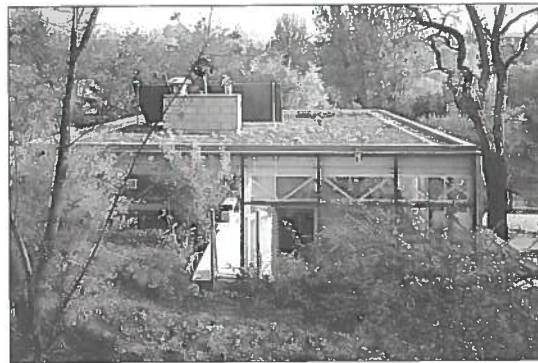


Fig. 2. Vista della copertura dell'edificio e del fronte nord dalla sommità del pendio.

LA RICERCA DELLA QUALITÀ AMBIENTALE

La sequenza di schizzi preliminari (fig. 1) aiuta a ricostruire il percorso del progetto, che si va costruendo in una sottile conciliazione di condizioni dettate dal contesto e di attenzioni all'ottenimento di un adeguato comfort interno, tramite soluzioni tecniche di massima semplicità.

L'edificio, che ospita sia l'abitazione che lo studio di architettura di Jürgen Reichardt, occupa un'area dove si trovava un vecchio deposito di carbone, a ridosso di un leggero pendio rivolto a sud. Il pendio era franoso, per cui si rendeva necessario prevedere progettualmente una soluzione per bloccare l'instabilità del terreno e poter così addossare la nuova costruzione al pendio. È stato così deciso di realizzare un muro di supporto in cemento armato alto 6 metri, che contemporaneamente offriva l'opportunità di isolare l'ambiente interno dall'umidità del terreno e permetteva di avere a disposizione una massa di accumulo termico che controbilanciasse, con la sua inerzia termica, il comportamento termico dei componenti della leggera struttura di involucro adottata come sistema di chiusura dell'edificio, scelto per ottimizzare l'ingresso della luce e la trasparenza.

Per il manto della copertura è stato adottato uno strato erboso a coltivazione estensiva, in modo da mimetizzarsi rispetto al prato adiacente sulla cima del pendio e porsi in una ideale continuità con l'am-

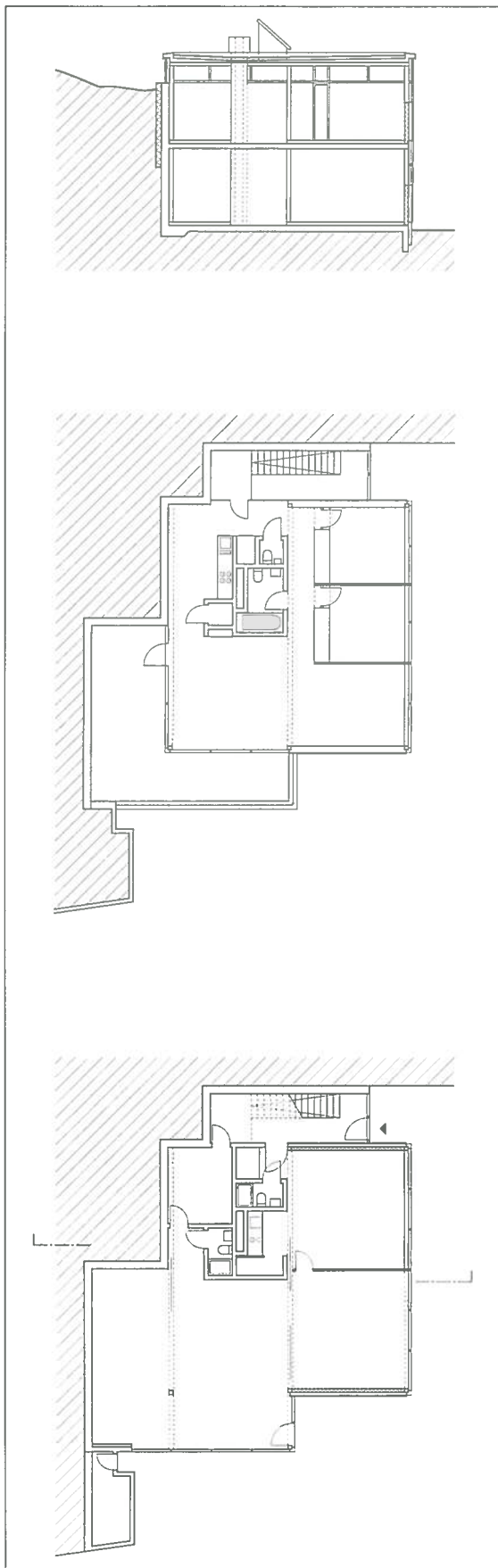


Fig. 3. Piante del piano terra, con lo studio dell'architetto, e del primo piano con l'abitazione dell'architetto, e sezione verticale dell'edificio. Scala 1:250.

Fig. 4. Vista della struttura portante in acciaio dell'edificio.

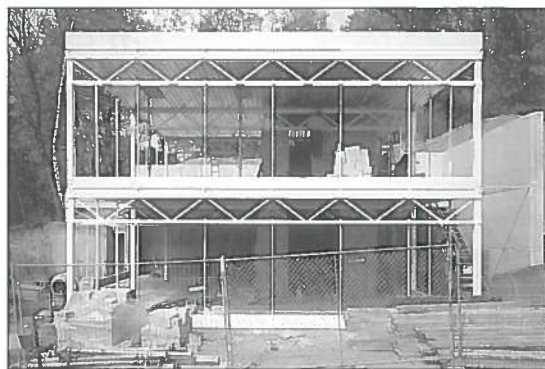


Fig. 5. Vista dell'edificio di notte. La trasparenza dell'involucro porta a paragonare l'abitazione a una serra.

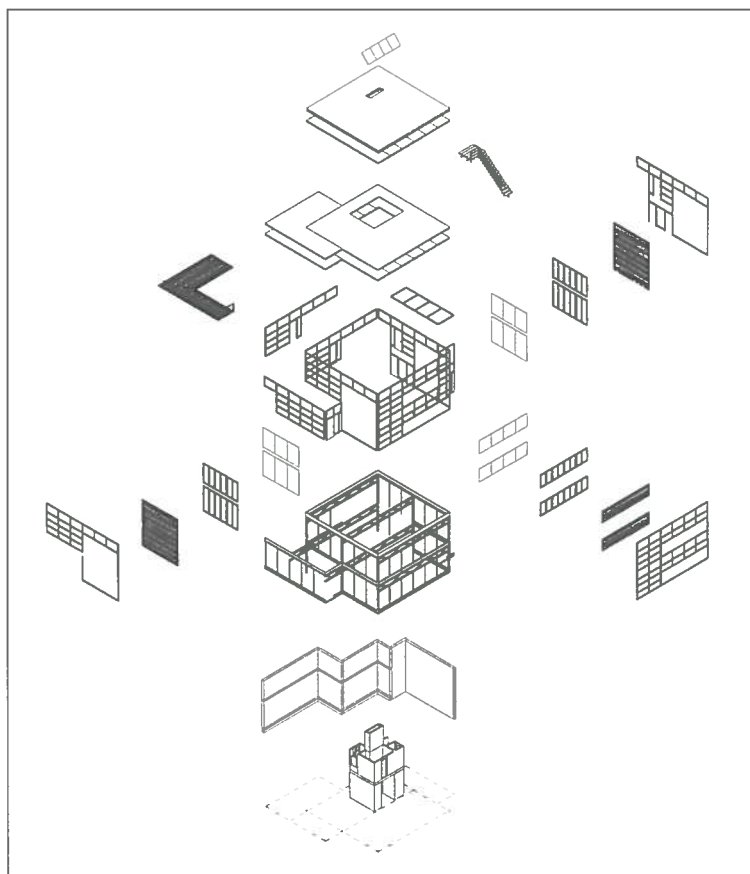
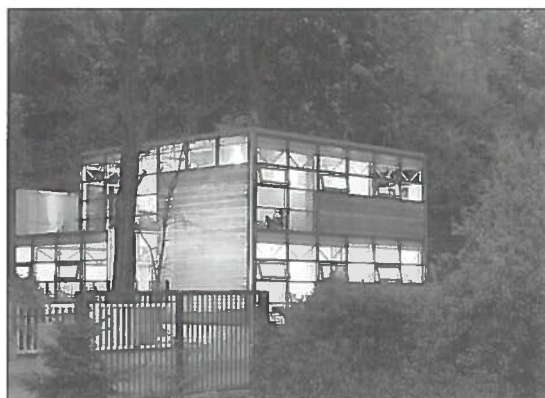


Fig. 6. Esploso assometrico dei subsistemi che compongono l'edificio.

biente circostante, con un intento di inserimento "organico", ma anche in modo da avere un effetto di isolamento termico dato dalla massa del terreno (fig. 2). Il tetto è stato elevato di circa un metro rispetto al livello della sommità del pendio in modo da avere una porzione di facciata rivolta anche verso nord,

per consentire di ottimizzare l'illuminazione naturale e la ventilazione naturale all'interno dell'edificio. Nel volume principale, di nove metri di lato per sei metri di altezza, si innesta un volume minore di sei metri di lato e tre metri di altezza, che consente di ampliare lo spazio dello studio al piano terra e di ot-

tenere una terrazza che abbraccia lo spigolo a nord ovest al primo piano (fig. 3). Questa terrazza diventa uno spazio adiacente al soggiorno, a cui può essere integrato d'estate grazie alla presenza di pareti scorrevoli. Anche la suddivisione degli spazi dello studio al piano terra è stata realizzata tramite pareti scorrevoli, che consentono di gestire in maniera flessibile l'uso degli ambienti durante l'arco della giornata.

Un'altra scelta particolare è stata quella di collocare l'atrio e le scale, in un volume adiacente ma autonomo rispetto al resto dell'edificio. In questo modo anche l'accesso all'abitazione privata, collocata al piano superiore, può avvenire in maniera autonoma e indipendente dallo studio situato al piano terra, garantendo una privacy d'uso.

La distribuzione funzionale degli spazi all'interno dell'edificio consente di gestire con flessibilità la collocazione degli ambienti. È stato costruito un nucleo di servizi, unico elemento stabile e vincolato alla presenza dell'asola tecnica, che proprio per la sua 'fissità' è stato realizzato in muratura, in modo da servire da ulteriore massa termica, assieme ai solai. La centralità di questo vano tecnico ha anche consentito di evitare di vincolare la facciata a porzioni di superficie chiuse (che sono in genere necessarie proprio per garantire la privacy dei locali di servizio). Per il resto l'edificio è una costruzione leggera e flessibile, costituita da una struttura prefabbricata in acciaio con pilastri scatolari e travi reticolari (fig. 4). L'involucro esterno consiste in una facciata a montanti e traversi, con profili in alluminio che fungono da elementi di sostegno dei tamponamenti sia opachi che trasparenti. Nelle campiture con tamponamento opaco sono collocate, in adiacenza ai profili in alluminio, delle spalle in legno a fungere da montanti di rinforzo per sorreggere la stratificazione di chiusura. L'edificio si caratterizza per la sua trasparenza, paradigma abbastanza inusuale nelle destinazioni residenziali (fig. 5). Di conseguenza l'ambiente interno usufruisce di un elevato apporto di luce naturale e ventilazione naturale. Va sottolineato che i climi del nord Europa, a differenza delle aree mediterranee, consentono l'estensione delle superfici vetrate negli edifici senza incorrere nel rischio di surriscaldamento estivo. Ne consegue anche una maggiore 'cultura' della trasparenza, che limita l'adozione di elementi anti-introspezione (tende, schermature) tipicamente adottati nelle nostre regioni per garantire la privacy dell'abitazione.

LE TECNOLOGIE PER LA SOSTENIBILITÀ E LA REVERSIBILITÀ

L'edificio è costituito da una ibridazione di sistemi costruttivi di diversa provenienza, associando modalità di tipo tradizionale e artigianale con componenti evoluti e innovativi attinti dal settore terziario. Vengono così contaminati materiali e tecnologie come lo scheletro d'acciaio, il cemento armato, la facciata continua a montanti e traversi, il legno (utilizzato sia come rivestimento che come rinforzo della struttura di involucro) e il tetto verde. È tipico infatti delle tecnologie dell'architettura in generale, e in particolare dell'architettura diffusa e residenziale, applicare innovazioni attinte da altri settori più evoluti e propensi alla sperimentazione e conseguire avanzamenti contaminando tecnologie e materiali

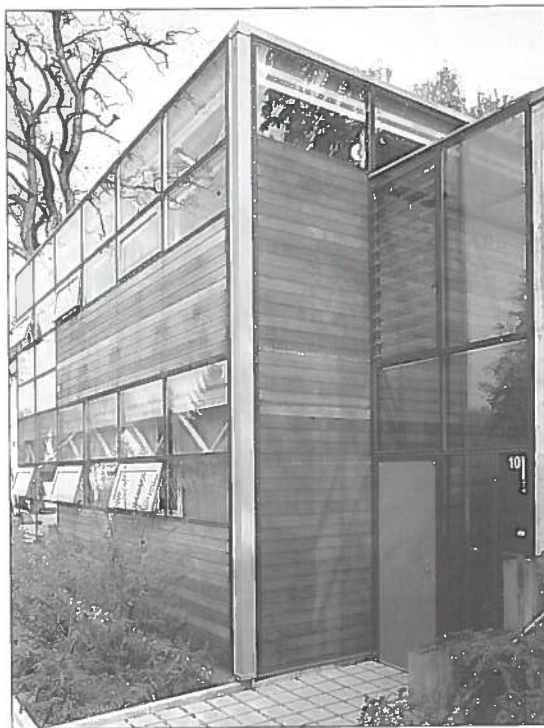


Fig. 7. Vista del fonte sud dell'edificio.

più avanzati con tecnologie e materiali tradizionali e conosciuti (Nardi, 2001).

Dal punto di vista costruttivo l'edificio può essere considerato il risultato dell'assemblaggio di una serie di subsistemi, ciascuno dei quali assolve a specifiche prestazioni e le cui modalità costruttive si alternano tra tradizionali ed evolute, tra artigianali e prefabbricate industriali (fig. 6), sempre mantenendo come obiettivo la qualità ambientale.

Less Aesthetics, More Ethics è il titolo che Massimiliano Fuksas ha voluto dare alla Biennale di Architettura di Venezia dell'anno 2000, dedicata al tema della città contemporanea. Rilevato il degrado e il malessere di una società in continua trasformazione, il monito agli architetti è quello di abbandonare le velleità artistiche e ritornare al possesso delle tecniche e alla riflessione sulla pratica del costruire. L'edificio di Jürgen Reichardt può essere un ottimo esempio di come atteggiamento sostenibile, qualità ambientale, semplicità tecnologica e componentistica di matrice industriale possano conciliarsi tra di loro, portando a un linguaggio architettonico caratterizzato dalla sincerità costruttiva (fig. 7). I due obiettivi fondamentali del progetto sono la sostenibilità, tramite l'adozione di sistemi costruttivi basati sull'intercambiabilità e reversibilità, e la qualità ambientale, tramite accorgimenti per il risparmio energetico e per il controllo del comfort interno attraverso l'ottimizzazione delle risorse naturali.

La struttura portante è in acciaio, composta da elementi prefabbricati che vengono assemblati in cantiere (fig. 8). Il sistema portante è costituito da pilastri tubolari con spigoli arrotondati a sezione quadrata di 14 cm di lato, dello spessore di 8 mm, impostati su una maglia strutturale di 1.5 x 4.5 m. Le travi reticolari sono costituite da quattro profili correnti portanti, in tubolare a sezione rettangolare di 40 x 80 mm e da profili diagonali di 60 x 40 mm, dello spessore di 8 mm (fig. 9). Lungo il perimetro dell'edificio, a interassi di 1.5 m, sono invece collocati piccoli montanti di 40 x 20 mm, dello spessore di 3 mm,

che fungono da elementi di sostegno per il sistema di involucro. I solai sono realizzati in lamiera grecata e getto di completamento: un profilo in lamiera di acciaio funge da 'cassero' di contenimento orizzontale, risvoltando a C a contenimento anche del pacchetto di pavimentazione. In questo modo costituisce l'elemento di finitura sia del soffitto che della fascia marcapiano in facciata, che rimane visibile dietro all'involucro vetrato (fig. 10).

Il pacchetto di pavimentazione si differenzia ai diversi piani (fig. 14). Al piano terra gli strati della pavimentazione sono a diretto contatto della piattaforma in cemento armato, realizzata con il muro di contenimento, quale base di appoggio per l'edificio e massa di accumulo termico. In questo caso il pacchetto è formato da una prima membrana impermeabile a contatto col cemento, due strati di materiale isolante da 40 mm e da 20 mm per coibentare l'edificio dall'umidità del terreno, una seconda membrana a divisione degli strati isolanti rispetto al massetto in calcestruzzo da 70 mm, con inserite le tubazioni per l'impianto di riscaldamento a pavimento, e da una finitura in parquet. Al primo piano il pacchetto appoggia sul solaio in lamiera grecata e getto di

completamento ed è costituito da una membrana in PE, da una coibentazione realizzata con materiale isolante dello spessore di 30 mm, da una seconda membrana in PE, da un sottofondo da 70 mm con inserite le tubazioni per l'impianto di riscaldamento a pavimento e da una finitura in parquet. La pavimentazione del terrazzo al primo piano è in legno di cedro. Il pacchetto di copertura prevede, al di sopra del solaio portante una membrana in PE e uno strato isolante da 120 mm, ricoperto con membrane impermeabili. Al di sopra è stato poi collocato un manto erboso.

Per quanto riguarda la sequenza costruttiva, una volta realizzato il muro di contenimento a ridosso del pendio, viene montata la struttura in acciaio (figg. 11, 12, 13) e solo in un secondo momento l'edificio viene racchiuso dal sistema dell'involucro, che è un sistema prefabbricato di matrice industriale, ossia la tipica facciata continua a montanti e traversi, normalmente utilizzata negli edifici terziari.

Lo scheletro strutturale e il sistema costruttivo della facciata sono sistemi prefabbricati e assemblati in sito, che richiedono una progettazione modulare e la predisposizione nel progetto di una griglia di riferi-



Fig. 8. Elementi componenti il sistema portante dell'edificio.

Fig. 10. Vista del fronte sud dell'edificio. Attraverso l'involucro vetrato rimane visibile, al di sopra delle travi reticolari, il pacchetto di pavimentazione, che viene contenuto da un profilo in acciaio che funge da rifinitura.

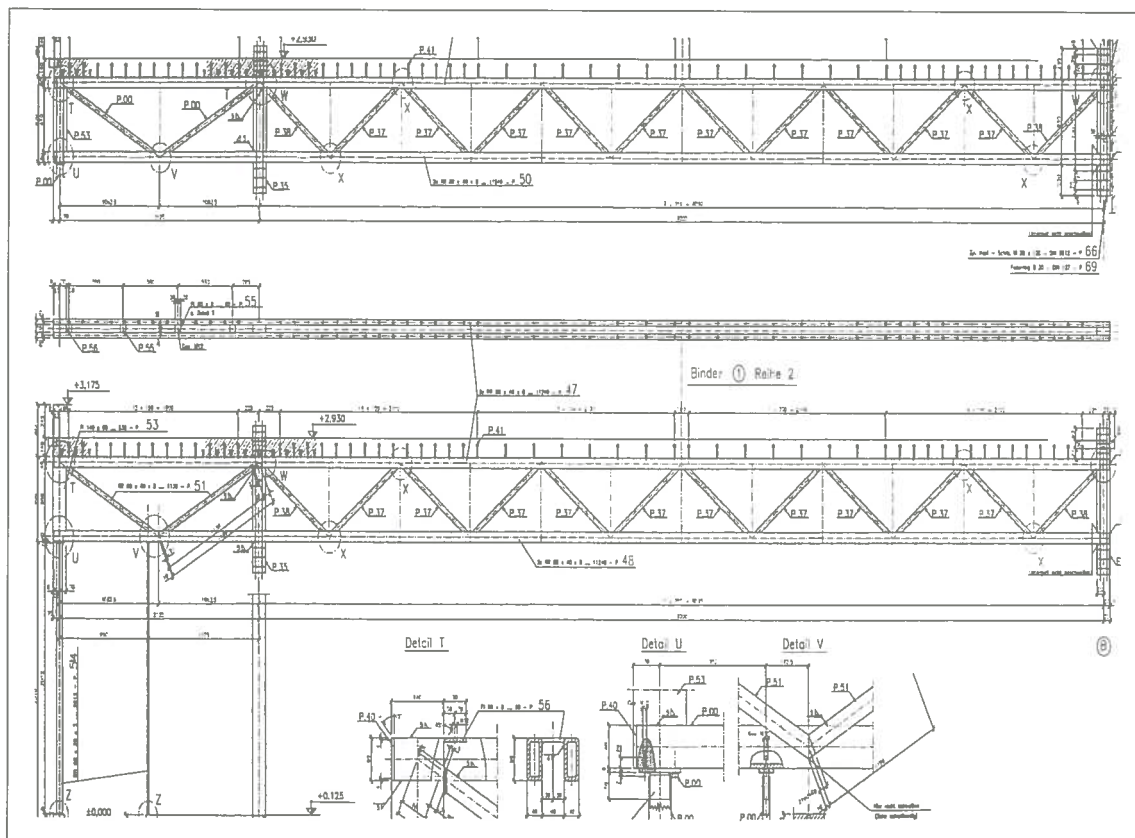


Fig. 9. Disegni esecutivi della struttura portante.



Fig. 11. Fase di montaggio della struttura portante.



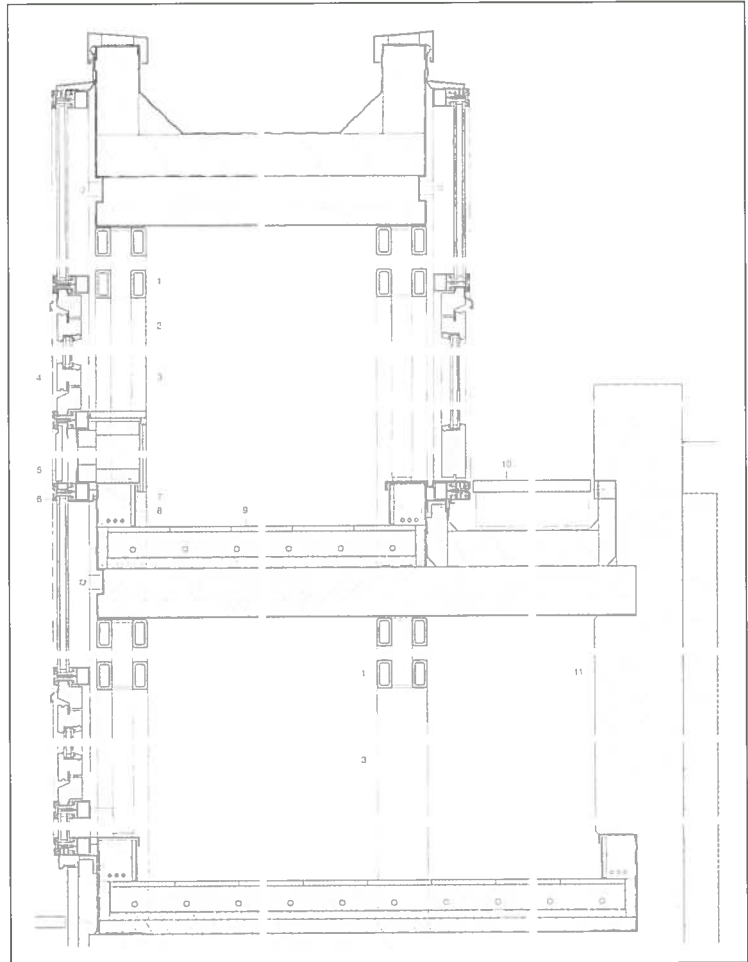
Fig. 12. Fasi di ultimazione del montaggio della struttura portante.



Fig. 13. Vista di una fase di cantiere dalla sommità del pendio con in primo piano il muro di contenimento.

Fig. 14. Sezione verticale dell'edificio.

1. Profilati correnti portanti in tubolare rettangolare a spigoli arrotondati in acciaio, 40/80 mm
2. Profilati correnti in tubolare rettangolare a spigoli arrotondati in acciaio, 20/60 mm
3. Pilastro tubolare rettangolare a spigoli arrotondati in acciaio, 140/140 mm
4. Finestra in pino
5. Stratificazione tamponamento opaco: Pannello in legno; Barriera al vapore; Lana minerale, 60 mm; Telaio in legno, 120 mm; Lana minerale, 120 mm; Barriera al vapore, membrana in PE; Legno compensato, 8 mm; Cartongesso, 12 mm
6. Profilato in alluminio e vetro termico
7. Profilo in acciaio, 4 mm
8. Canalina impianti con frontale in cartongesso, rivestito di metallo
9. Pavimentazione: Parquet; Sottofondo, 70 mm, con inseriti tubature per l'impianto di riscaldamento a pavimento; Membrana in PE; Coibentazione, 40 mm; Lamiera 50/150 mm
10. Legno di cedro, 30 mm
11. Muro in calcestruzzo a vista, 250 mm



mento che consenta la coordinazione degli elementi tra loro. La scelta di componenti industriali prefabbricati diventa una soluzione strettamente connessa ai temi della flessibilità e della sostenibilità affrontati dal progetto. La possibilità di operare delle modifiche per manutenzioni e adattamenti di parti dell'edificio a fronte di fenomeni di obsolescenza funzionale e tecnologica richiede di prevedere una componentistica intercambiabile, generalmente prefabbricata. La prefabbricazione coinvolge anche il tema della sostenibilità in quanto la lavorazione in officina invece che in cantiere, in condizioni di lavoro protette e organizzate, consente di evitare la dispersione di sostanze nocive (vernici, solventi) nell'ambiente e la protezione della salute dei lavoratori. Il cantiere diventa luogo solo di montaggio degli elementi e non più di realizzazione. La prefabbricazione pesante, per grandi pannelli in cemento armato, viene oggi sempre più sostituita da una prefabbricazione leggera per piccoli componenti, la cui dimen-

sione deve essere rapportata alla maneggevolezza e alla facilità di trasporto. Se infatti i componenti devono poter essere intercambiati nel tempo, occorre consentire il loro smontaggio e spostamento senza l'utilizzo di mezzi meccanici di sollevamento.

Ovviamente, per consentire la reversibilità delle operazioni e quindi lo smontaggio e la sostituzione dei componenti, oltre alle piccole dimensioni, diventano fondamentali le scelte di connessione tra componenti: l'assemblaggio deve avvenire con giunzioni di tipo meccanico, con imbullonature, con accostamenti a secco, in modo da poter mantenere l'autonomia dei componenti e non legarli irreversibilmente. Il rapporto tra le parti diventa questione di primaria importanza per decretare la reversibilità della costruzione, la possibilità di separare i materiali costituenti l'edificio, la possibilità di riciclare i materiali e i componenti. La questione delle macerie da demolizione è uno degli aspetti più scottanti per la sostenibilità: se sostenibilità significa non solo ri-

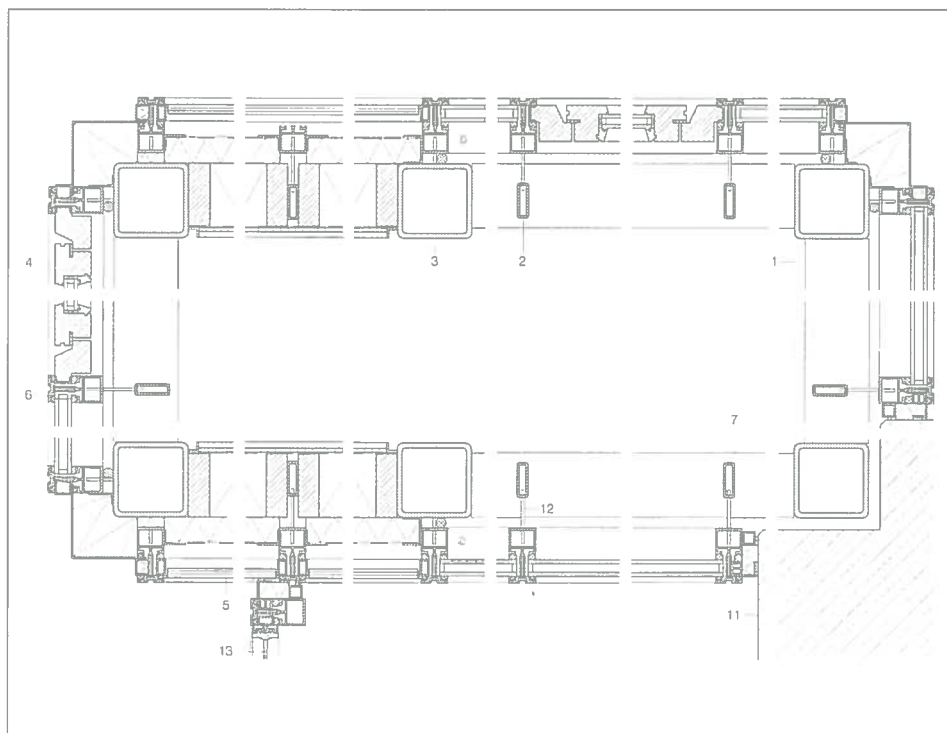


Fig. 15. Sezione orizzontale dell'edificio.

1. Profilati correnti portanti in tubolare rettangolare a spigoli arrotondati in acciaio, 40/80 mm
2. Profilati in tubolare rettangolare a spigoli arrotondati in acciaio, 20/60 mm
3. Pilastro tubolare rettangolare a spigoli arrotondati in acciaio, 140/140 mm
4. Finestra in pino
5. Stratificazione tamponamento opaco: Pannello in legno; Barriera al vapore; Lana minerale, 60 mm; Telaio in legno, 120 mm; Lana minerale, 120 mm; Barriera al vapore, membrana in PE; Legno compensato, 8 mm; Cartongesso, 12 mm
6. Profilo in alluminio e vetro termico
7. Canalina impianti con frontale in cartongesso, rivestito di metallo
11. Muro in calcestruzzo a vista, 250 mm
12. Sbarra a sezione tonda in acciaio inox ϕ 10 mm
13. Lamelle in vetro, 6 mm

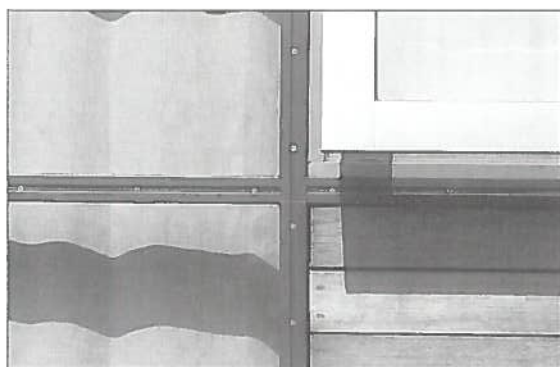


Fig. 16. Vista in dettaglio del sistema di involucro.



Fig. 17. Vista della copertura con i collettori solari.

sparmio delle risorse, ma anche contenimento della produzione di inquinamento, la riduzione dei detriti da demolizione costituisce un aspetto importante da prendere in considerazione.

Nel progetto di Jürgen Reichardt il sistema di involucro concilia la ricerca di comfort ambientale con i temi della reversibilità e intercambiabilità. L'involucro è costituito da una facciata continua a montanti e traversi, dove le singole campiture possono essere tamponate con diverse soluzioni e modificate nel tempo grazie alla reversibilità del sistema costruttivo. Un telaio composto da un sistema di profili scatolari in alluminio 40x50 mm funge da struttura di sostegno dei tamponamenti vetrati e opachi, senza svolgere alcun ruolo strutturale nei confronti dell'edificio. Nella campitura dei profili può essere ancorato direttamente un vetrocamera, oppure un serramento apribile con telaio in pino, oppure un tamponamento opaco costituito da una stratificazione di elementi. Il tamponamento opaco è costituito da una finitura esterna in pannelli di legno, uno strato di barriera al vapore, uno strato isolante in lana minerale da 50 mm, un telaio di irrigidimento in legno da 120 mm, un ulteriore strato isolante da 120 mm, una seconda barriera al vapore in PE, uno strato in legno compensato da 8 mm e una lastra in cartongesso da 120 mm come finitura della parete interna (figg. 14-15).

Tra le scelte linguistiche adottate, in coerenza con la sincerità costruttiva che caratterizza l'edificio, il progettista ha scelto di lasciare a vista la scanalatura del pressore per l'alloggio delle viti, rendendola elemento espressivo del sistema di montaggio (fig. 16). L'involucro trasparente è costituito da vetri termici per evitare il surriscaldamento estivo e favorire l'uso di energia solare passiva d'inverno. Per verificare l'ottimizzazione del bilancio energetico della facciata sono stati utilizzati dei programmi di simulazione applicati all'involucro dell'edificio. La superficie vetrata è di 150 mq, ma l'adozione di accorgimenti progettuali come la ventilazione naturale o le masse di accumulo termico riescono a bilanciare sia il surriscaldamento estivo che la dispersione termica invernale.

Sul tetto sono stati collocati dei collettori solari (fig. 17) e un sistema di raccolta dell'acqua piovana, in modo da soddisfare il fabbisogno di acqua calda. Per quanto riguarda il riscaldamento, è stato adottato un bruciatore e un impianto di riscaldamento a pavimento a bassa temperatura. A integrazione è stato previsto un camino.

Con la definizione di qualità ambientale ci si riferisce alla sempre più esplicita richiesta da parte degli utenti di spazi di vita caratterizzati da condizioni di comfort e dalla possibilità di regolare il microclima

interno alle proprie esigenze. Sperimentazioni in atto nei settori avanzati sono orientate ad ottenere prestazioni elevate attraverso l'ottimizzazione delle fonti naturali: ventilazione naturale, illuminazione naturale, captazione del calore del sole, sistemi di schermatura per proteggere dall'incidenza del sole estivo. La tendenza in atto è quella di aumentare la superficie trasparente, proprio per migliorare l'illuminazione naturale, adottando accorgimenti per poter poi controllare l'apporto di energia (calore) e di luce, onde evitare fenomeni di surriscaldamento e abbagliamento. La progettazione bioclimatica concepisce l'edificio come captatore e accumulatore naturale di energia solare. Particolare importanza viene attribuita all'inserimento nel contesto climatico (orientamento, ubicazione, clima, vegetazione adiacente, direzione dei venti) e vengono adottate misure di controllo della radiazione solare e del guadagno termico, sfruttando la ventilazione naturale per il raffrescamento nel periodo estivo.

In generale il settore edile non riveste oggi un ruolo trainante nella ricerca di innovazione, ma usufruisce delle ricerche di altri ambiti, più orientati alla sperimentazione. Le innovazioni tendono ad avvenire in settori molto specifici, come quello elettronico o quello informatico, e a modificare stili e ritmi di vita, con ripercussioni anche sugli spazi abitati. Trainato dagli altri settori, anche il settore delle costruzioni è 'costretto' a evolversi e spesso lo fa attingendo conoscenze dagli altri settori più evoluti attraverso la pratica del 'trasferimento tecnologico'. Il trasferimento può avere come oggetto materiali, componenti o tecnologie, ma anche procedure di gestione delle fasi del processo edilizio. Martin Pawley dà una definizione generale di trasferimento tecnologico come "qualsiasi processo per mezzo del quale le tecniche e i materiali sviluppati in un campo o in un'industria particolare vengono applicati ad altri campi e ad altre industrie" (1987, p. 31).

In campo architettonico il trasferimento avviene in genere grazie alla sinergia tra progettista e industria: "da una parte l'innovazione tecnica è indotta dall'industria per cui il costruire diventa solamente un campo di applicazione di tecnologie e manufatti che l'industria ha messo a punto per le proprie esigenze e che vuole commercializzare negli altri settori; dall'altra parte può essere il progettista che diventa propositivo verso l'industria e si fa carico di una cultura tecnica tale da promuovere la sperimentazione, secondo le necessità del suo fare progettuale" (Mangiarotti, 1991, p. 74).

All'interno del settore edilizio, l'ambito più tradizionale, che fatica a recepire i cambiamenti è la residenza. In genere infatti un primo trasferimento avviene da settori tecnologicamente avanzati, come quello aeronautico, all'ambito del settore edilizio che ha maggiori risorse economiche per poter attuare sperimentazioni: il terziario evoluto. Una volta che certe soluzioni si sono 'stabilizzate' nel settore terziario avviene un secondo trasferimento, quello alla residenza, che è la più restia all'accoglimento di innovazioni, sia per motivi economici, ma più spesso per motivi culturali, di attaccamento a spazi e tecniche tradizionali. Gli utenti hanno una scarsa propensione all'acquisto di edifici realizzati con materiali e tecnologie non consolidate, per cui si rende necessario un periodo di sedimentazione nella cultura collettiva. Il

settore terziario è invece 'culturalmente' più aperto alle novità e alla sperimentazione.

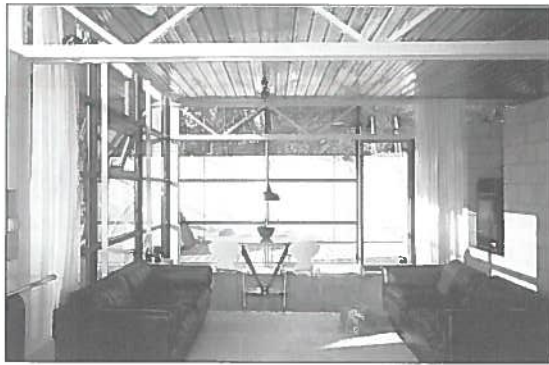
Se si prende come riferimento la trasparenza, si può notare come sia stata fortemente utilizzata in ambito terziario, ma stenti ancor oggi a essere accettata nella residenza, non solo per la maggiore necessità di privacy che richiede l'abitazione, ma proprio per una questione psicologica: la casa è percepita come un rifugio, come un guscio che deve proteggere e la trasparenza mina questo senso di protezione e intimità. Gaston Bachelard (1957) conduce nel suo testo un'analisi che prende in considerazione le molteplici "sensazioni" che ci restituiscono il valore di "intimità protetta" nel nostro "abitare un angolo di mondo" che noi definiamo casa. Le immagini di guscio, nido e scrigno che si relazionano alla casa, intesa come dimensione di intimità e di rifugio, sono in realtà metafore di stati d'animo. Viene spontaneo il riferimento a Martin Heidegger e alla sua definizione di abitare come "essere dell'uomo sulla terra". La casa è il luogo dove noi trasferiamo il nostro essere più profondo, è la concretizzazione ed esteriorizzazione del nostro animo interno. La casa deve dare un senso di protezione e di intimità proprio perché è la nostra 'interiorità' divenuta spazio, che tendiamo ancora a chiudere in una spazialità interna, protetta dallo spazio esterno, dallo spazio degli altri.

Negli ultimi anni però la domanda abitativa, in genere scarsamente dinamica, si è resa più disposta alla sperimentazione. Le esigenze dell'abitare, i modi di vita e i comportamenti degli individui si sono modificati e c'è una maggiore propensione ad assorbire anche in ambito domestico i comportamenti spaziali e i parametri di comfort acquisiti nell'ambiente di lavoro (Losasso, 1997).

Partendo dal presupposto che il terziario evoluto costituisca il terreno privilegiato, sia dal punto di vista culturale che economico, per la sperimentazione e la nascita di tecnologie avanzate, oggi si assiste sempre più frequentemente al trasferimento delle innovazioni sviluppatesi in ambito terziario alla residenza. Per l'ottenimento della qualità ambientale e per il risparmio energetico parrebbe che uno degli oggetti da privilegiare nel trasferimento siano i sistemi di facciata, che hanno visto un notevole sviluppo negli ultimi decenni, sia per l'affermazione sempre maggiore dei temi della trasparenza e della leggerezza nella progettazione degli edifici contemporanei, sia per l'avvento dei temi relativi al comfort interno abbinato al risparmio energetico. Eppure doppi involucri, sistemi di ventilazione attiva e passiva, regolazione del flusso luminoso costituiscono ormai elementi acquisiti nella progettazione degli spazi del lavoro, ma ancora poco adottati nella concezione degli spazi residenziali. Ciò nonostante la trasparenza sta diventando tema sempre più esteso anche all'ambito residenziale, soprattutto nelle regioni del nord Europa, dove il contesto climatico impedisce il surriscaldamento estivo (che nelle regioni mediterranee costituisce un ostacolo all'adozione estesa di superfici vetrate).

Per motivare la difficoltà di operare tale trasferimento non è possibile limitarsi alla questione culturale. Anche se i cambiamenti nell'abitare sono sempre soggetti a una lenta assimilazione, bisogna anche dire che il tema della trasparenza applicato alla residenza non è una novità di questa fine secolo. Risale

Fig. 18. Vista dell'interno.



al 1950 l'utilizzo del curtain wall nei Lake Shore Drive Apartments da parte di Mies van der Rohe, a costituire un esempio del ponte che si può instaurare tra diverse realtà funzionali e di come la questione della trasparenza non possa essere considerato l'ostacolo a nuove sperimentazioni. È allora che cambia la concezione dell'involucro: non è più la finestra che viene ritagliata nel muro, ma il muro che si fa finestra; eppure questa modalità costruttiva trova difficile esemplificazione nella residenza.

Il trasferimento della trasparenza nella residenza è stato possibile per il paradigma architettonico che sta alla base della poetica di Mies: la neutralità funzionale. A questa concezione corrisponde l'idea che il contenitore edificio possa ospitare una qualsiasi funzione e che l'involucro non debba rivelare il contenuto. Mies si oppone esplicitamente al postulato di Louis Sullivan "Form follows Function": "Al con-

trario, noi realizziamo una forma pratica e soddisfacente e al suo interno introduciamo le funzioni. Oggi è il solo modo pratico di costruire, perché le funzioni della maggior parte degli edifici cambiano continuamente mentre gli edifici non possono cambiare in modo economico" (Mies van der Rohe, in Cohen, 1994, p. 96). A 50 anni di distanza ci dovremmo domandare se questa non sia una soluzione anche per i problemi dei nostri edifici. Laddove la destinazione funzionale non è vincolata a rigidità distributive e tipologiche, l'edificio è anche più facilmente adattabile a cambiamenti di utilizzo e in qualche modo gli si assicura una capacità di cambiamento tale da renderlo più durevole nel tempo. Così l'edificio di Jürgen Reichardt non esprime una chiara destinazione funzionale e del resto ospita sia una abitazione che uno studio di progettazione (fig. 18). Ma l'utilizzo di un sistema di involucro a facciata continua è stato integrato con tecniche artigianali e tradizionali. Per un agire sostenibile, le tecniche trasferite devono venire adattate alle caratteristiche del singolo progetto e calibrate ai fini della qualità ambientale e del risparmio energetico. In particolare il trasferimento di involucri trasparenti, facilmente adottati nel terziario, ma problematicamente applicati alla residenza per la maggiore richiesta di privacy, richiede di operare delle riflessioni sia di tipo culturale che degli adattamenti di tipo tecnologico. Ma ancor di più richiede un adeguato confronto con il contesto, con una dimensione minuta del costruire e con le esigenze espresse in maniera sempre diversa dal singolo progetto.

BIBLIOGRAFIA

- Aa. Vv., *Continuità, sperimentazione e innovazione*, SAIE, Bologna, 1997.
- Gaston Bachelard, *La poétique de l'espace*, Presse Universitaires de France, 1957 (tr. it. di Ettore Catalano, *La poetica dello spazio*, Edizioni Dedalo, 1975, Bari).
- La Biennale di Venezia, *Città: Less Aesthetics More Ethics*, Marsilio, Venezia, 2000.
- Andrea Campioli, *I presagi di un nuovo costruire*, FrancoAngeli, Milano, 1988.
- Jean-Louis Cohen, *Mies van der Rohe*, Hazan, Paris, 1994 (tr. it. di Cristina Biasini, *Ludwig Mies van der Rohe*, Laterza, Roma-Bari, 1996).
- Massimo D'Alessandro, a cura di, *Dalla manutenzione alla sostenibilità. La previsione dell'obsolescenza in fase di progetto*, FrancoAngeli, Milano, 1994.
- Giorgio De Michelis, *Aperto, molteplici, continuo*, Dunod, Milano, 1998.
- Gillo Dorfles, *Artificio e natura*, Einaudi, Torino, 1968.
- Giovanni Guazzo, Cristina Cocchioni, *Progetto e qualità ambientale. Abitare e costruire in un campo di variabilità*, Vestro editore, Roma, 1984.
- Mario Losasso, a cura di, *La casa che cambia. Progetto e innovazione tecnologica nell'edilizia residenziale*, CLEAN, Napoli, 1997.
- Anna Mangiarotti, *La questione del trasferimento: il discorso intorno all'architettura*, in Guido Nardi, Andrea Campioli, Anna Mangiarotti, *Frammenti di coscienza tecnica. Tecniche esecutive e cultura del costruire*, FrancoAngeli, Milano, 1994, pp. 63-99.
- Claudio Molinari, a cura di, *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive*, FrancoAngeli, Milano, 1989.
- Guido Nardi, *Tecnologie dell'architettura. Teoria e pratica*, Clup, Milano, 2001.
- Martin Pawley, "Technology Transfer", *Architectural Review*, n. 1087, set. 1987, pp. 31-39.
- Massimo Perriccioli, a cura di, *Trasparenti leggerezze*, Rinascita, Ascoli Piceno, 1998.
- Enzo Scandurra, *Città di terzo millennio*, La Meridiana, Molfetta, 1997.
- Nicola Sinopoli, *Progetto, costruzione, uso, riuso*, relazione al convegno *Ambiente, tecnologia e architettura*, Triennale di Milano, 31 maggio 1999.
- Silvano Tagliagambe, *L'albero flessibile*, Dunod, Milano, 1998.
- Enzo Tiezzi, Nadia Marchettini, *Che cos'è lo sviluppo sostenibile? Le basi scientifiche della sostenibilità e i guasti del pensiero unico*, Donzelli, Roma, 1999.

DATI DI PROGETTO

Piano terra	103 m ²	Primo piano	85 m ²	Volume	752 m ³
Terrazzo	11 m ²	Scale annesse	12 m ²		

Consulenti: per le strutture Baum und Weiher, Bergish Gladbach
per il risparmio energetico ifes, Frechen

Collaboratori: per lo scheletro strutturale Goldbeckbau, Bielefeld
per la struttura metallica della facciata Michel, Simmersbach
per i sistemi solari e l'impianto idraulico Rittermeier, Hattingen

Arch. Monica Lavagna

Dipartimento di disegno industriale e di tecnologia dell'architettura del Politecnico di Milano, Laboratorio di sperimentazione dell'architettura 2.

Foto: Klaus Ravenstein, Essen

I disegni e le fotografie sono stati gentilmente forniti dal prof. arch. Jürgen Reichardt a eccezione dei disegni delle figg. 14-15 tratti da *Detail* n. 4, 1999.