



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Cap. 25 Il nuovo polo della Camera di Commercio di Lucca

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

Original Citation:

Cap. 25 Il nuovo polo della Camera di Commercio di Lucca / Paola Gallo. - STAMPA. - (2013), pp. 215-227.

Availability:

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/823872> of the repository was last updated on 2018-04-03T13:35:47Z

Publisher:

Wolters Kluwer Italia S.r.l.

Terms of use:

Open Access

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

Publisher copyright claim:

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

(Article begins on next page)

ARCHITETTURA EDILIZIA SOSTENIBILITÀ

Tecnologie solari integrate nell'architettura

Processi Strumenti
Sistemi Componenti

A cura di Gianni Scudo

Foto di copertina:

Riqualificazione energetica della Sede e Direzione Generale ERGO ITALIA Assicurazioni, Milano.

Menzione d'onore nella sezione Commercial/Industrial nell'ambito del concorso internazionale The Zerofootprint re-skinning Award. Foto: Niccolò Aste.

La pubblicazione è frutto del lavoro prodotto nell'ambito di una ricerca PRIN 2008 (decorrenza: 2010-2012) finanziata da Ministero per l'Istruzione e Università (MIUR) dal titolo: "L'integrazione sistemica di tecnologie da fonte rinnovabile nell'ambiente costruito".

Hanno contribuito al lavoro Unità di Ricerca del Politecnico di Milano (coordinatore generale: prof. Gianni Scudo), dell'Università degli studi di Firenze (coordinatore: prof. Marco Sala), dell'Università degli Studi di Genova (coordinatore: prof. Giorgio Giallocosta) e della Seconda Università di Napoli (coordinatore: prof. Sergio Rinaldi)

© 2013 Wolters Kluwer Italia S.r.l.
Strada I, Palazzo F6 - 20090 Milanofiori Assago (MI)

sito web: www.leprofessionitecniche.it
email: info@leprofessionitecniche.it

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), sono riservati per tutti i Paesi.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le riproduzioni diverse da quelle sopra indicate (per uso non personale – cioè, a titolo esemplificativo, commerciale, economico o professionale – e/o oltre il limite del 15%) potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da EDISER, società di servizi dell'Associazione Italiana Editori, attraverso il marchio CLEARedi Centro Licenze e Autorizzazioni Riproduzioni Editoriali. Informazioni: www.clearedi.org

L'elaborazione dei testi, anche se curata con scrupolosa attenzione, non può comportare specifiche responsabilità per eventuali errori o inesattezze.

Editor: Carlo Olivero

Redazione: Lydia Kessel

Cover Designer: Sandro Scherling, saegenvier.at

Editing: Wonderland s.n.c. - Vergiate (VA)

Coordinamento tecnico: Domenico Bellino

Impaginazione: Sinergie Grafiche s.r.l. - Rozzano (MI)

Stampa: GECA S.p.A. - Cesano Boscone (MI)

ISBN 978-88-6750-149-6

Indice sommario

<i>Presentazione</i>	pag.	XIII
Parte prima		
Scenari normativi nei processi d'intervento		
Capitolo 1 Introduzione agli scenari normativi	»	3
<i>Maria Fianchini (UdR Milano)</i>		
Capitolo 2 Scenari e problematiche in tema di energia	»	7
<i>Simona Lanza (UdR Genova)</i>		
2.1 Normativa in materia di energia.....	»	7
2.2 Considerazioni	»	11
2.3 Riferimenti.....	»	13
Capitolo 3 Fonti rinnovabili in ambiente costruito: innovazioni di processo	»	19
<i>Maria Fianchini (UdR Milano)</i>		
3.1 Diffusione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	»	19
3.2 Riferimenti legislativi per la tutela dell'ambiente costruito....	»	19
3.3 Riferimenti legislativi in tema di f.e.r.	»	20
3.4 La tutela dell'ambiente costruito nei processi di intervento .	»	21
3.5 Il recepimento a scala regionale del D.M. 10 settembre 2010	»	22
3.6 Il caso della Regione Lombardia	»	22
3.7 Nodi critici e strategie di superamento.....	»	24
Capitolo 4 L'integrazione architettonica di sistemi da fonte rinnovabile: indirizzi normativi, aspetti regolamentari locali e applicazioni	»	27
<i>Andrea Giachetta (UdR Genova)</i>		
4.1 Regolamenti edilizi comunali e sovracomunali	»	27
4.2 Regolamento edilizio di Genova	»	28
4.3 Regolamento edilizio di Savona	»	28
4.4 Regolamento edilizio di Castelnuovo Magra	»	29
4.5 Regolamento edilizio di Vezzano Ligure	»	30
4.6 Regolamenti edilizi di Carugate e Pioltello.....	»	30
4.7 Regolamento edilizio di Pisa	»	31
4.8 Indirizzi per l'architettura bioclimatica della Provincia di Savona	»	32
4.9 Regolamento per l'edilizia sostenibile del comprensorio della ASL 11 di Empoli	»	33
4.10 Linee guida per nuovi regolamenti	»	33
Parte seconda		
Strumenti di analisi e progetto		
Capitolo 5 Progettazione ambientale e tecnologie da fonti energetiche rinnovabili nel contesto urbano	»	39
<i>Gianni Scudo, Gianluca Brunetti (UdR Milano)</i>		

5.1	Fonti energetiche rinnovabili nei progetti di architettura alle diverse scale	<i>pag.</i>	39
5.2	Cassetta degli attrezzi	»	40
5.3	Panoramica sugli strumenti oggi disponibili	»	42
5.3.1	Area vasta territoriale.....	»	42
5.3.2	Dalla scala urbana alla scala microurbana	»	43
5.3.3	Dalla scala microurbana alla scala edilizia	»	44
Capitolo 6 Mappatura del potenziale solare e del campo visivo con i GIS.....			» 47
<i>Matteo Clementi (UdR Milano)</i>			
6.1	Introduzione al capitolo.....	»	47
6.2	Mappatura del potenziale solare con i GIS	»	48
6.2.1	Procedure di calcolo, caratteristiche generali.....	»	48
6.2.2	Tecniche di simulazione dell'irraggiamento solare ...	»	49
6.2.3	Modalità di calcolo del potenziale solare locale a partire dalle mappe	»	54
6.3	Mappatura dei vincoli/opportunità: mappe tematiche che illustrano il campo visivo da punti definiti o percorsi lineari.	»	56
6.3.1	Modalità di elaborazione dell'analisi di visibilità	»	58
6.3.2	Possibilità di controllo	»	58
6.4	Strumenti per la fruizione in rete delle mappe tematiche elaborate attraverso i GIS.....	»	59
Capitolo 7 Strumenti per analisi orientate degli spazi aperti urbani .			» 61
<i>Raffaella De Martino (UdR Napoli II)</i>			
7.1	Introduzione al capitolo.....	»	61
7.2	Strumenti e metodi per l'analisi degli spazi aperti urbani	»	61
7.2.1	SketchUp	»	61
7.2.2	Townscope	»	62
7.3	Il Sistema Informativo Urbano	»	63
7.3.1	La costruzione del Sistema Informativo Urbano	»	63
7.3.2	Analisi spaziale: nuovi layer informativi	»	63
Capitolo 8 Spazi aperti urbani a intensità prestazionale.....			» 65
<i>Renata Valente (UdR Napoli II)</i>			
8.1	Performatività urbana	»	65
8.2	Studi per la definizione dei requisiti	»	66
8.3	Integrabilità nei componenti del <i>microlandscape design</i>	»	67
Capitolo 9 Spazi pubblici ed energie rinnovabili			» 71
<i>Luigi Foglia (UdR Napoli II)</i>			
9.1	Leggere l'invaso.....	»	71
9.2	I presupposti dei caratteri performativi ed energetici dell'invaso	»	73
Capitolo 10 Rilevamento dello spazio aperto urbano per l'integrazione di tecnologie solari			» 75
<i>Mariarosaria Arena (UdR Napoli II)</i>			

10.1	Approccio al rilievo dello spazio aperto urbano per la valutazione del potenziale di utilizzo delle tecnologie solari	<i>pag.</i>	75
10.2	Protocollo di rilevamento	»	76
10.3	Il caso studio: un sistema di spazi pubblici nella città di Aversa	»	79
Capitolo 11 Dal D.P.P. (Documento Preliminare alla Progettazione) verso il <i>design brief</i> per il progetto dello spazio aperto urbano			
	Sergio Rinaldi (UdR Napoli II)	»	81
11.1	Introduzione al capitolo	»	81
11.2	Il D.P.P. e il <i>design brief</i> : contenuti, analogie e differenze	»	81
11.3	Il <i>design brief</i> per il progetto d'integrazione di f.e.r. nello spazio pubblico	»	82
Capitolo 12 Strumenti e metodi di valutazione dell'impatto visivo di fonti energetiche rinnovabili nell'ambiente urbano.....			
	Valentina Dessì (UdR Milano)	»	87
12.1	Introduzione al capitolo	»	87
12.2	Modifiche degli scenari normativi alla scala locale: esempi e perplessità.....	»	88
	12.2.1 Il caso della Provincia autonoma di Bolzano.....	»	88
	12.2.2 Il caso della Regione Toscana	»	88
	12.2.3 Il caso della Regione Campania.....	»	90
	12.2.4 Un esempio di installazione nella Città del Vaticano	»	91
12.3	Strumenti e metodi di valutazione dell'impatto visivo nel paesaggio abitato	»	91
	12.3.1 Caratteristiche degli elementi solari	»	91
12.4	La verifica dell'impatto visivo dalla strada.....	»	93
12.5	Linee guida per installazioni in edifici storici: la ricerca della SUPSI in Svizzera	»	94
12.6	L'impatto visivo da parti elevate di territorio: la ricerca dell'Università di Pisa	»	96
Capitolo 13 Valutazione della propensione energetica degli spazi aperti con software di simulazione in regime dinamico ...			
	Gian Luca Brunetti (UdR Milano)	»	101
13.1	Strumenti per la valutazione semplificata della propensione progettuale dei siti.....	»	101
13.2	Un'ipotesi procedurale.....	»	103
13.3	Implementazione dell'ipotesi procedurale in uno strumento software.....	»	104
13.4	Tipologia di procedura implementabile attraverso l'uso di OPTS.....	»	106
13.5	Un esempio di approccio procedurale supportato da OPTS in combinazione con ESP-r: la ricerca della posizione e della forma di una serra solare in una scena architettonica	»	107
13.6	Un secondo esempio: ricerca della posizione di un collettore solare in una corte	»	112

Capitolo 14 Metodo semplificato per valutare la visibilità di un elemento tecnico dal proprio intorno	<i>pag.</i>	115
<i>Alessandro Rogora (UdR Milano)</i>		
14.1 Introduzione al capitolo	»	115
14.2 Obiettivi del lavoro	»	116
14.3 Rilievo	»	119
14.4 Manuale operativo per il rilevamento dell'intorno mediante fotografia	»	119
14.5 Operazioni preliminari	»	120
14.6 Rilevamento dell'intorno mediante fotografia.....	»	120
Parte terza		
Progetto e percezione		
Capitolo 15 Progetto e percezione: criticità e prospettive.....	»	125
<i>Giorgio Giallocosta (UdR Genova)</i>		
Capitolo 16 Edifici caratterizzati da tecnologie di ottimizzazione energetica: lettura critica	»	129
<i>Barbara Stasi (UdR Genova)</i>		
Capitolo 17 Impatti relativi all'applicazione di tecnologie di azionalizzazione energetica	»	137
<i>Antonella Serafino (UdR Genova)</i>		
17.1 Introduzione al capitolo	»	137
17.2 Nuove tecnologie e impatti percepiti.....	»	137
17.2.1 Applicazione di tecnologie innovative per la produzione di energia rinnovabile in contesti storici (caso-studio)	»	138
17.2.2 Contratto di Quartiere II (caso di Piazzale Moroni a Savona)	»	139
17.3 Conclusioni.....	»	142
Capitolo 18 Aspetti percettivi dello spazio urbano	»	145
<i>Antonio Bosco (UdR Napoli II)</i>		
18.1 Caratteri dei luoghi e benessere psichico	»	145
18.2 Strategie di analisi	»	146
18.3 L'apparente banalità di alcuni atteggiamenti psicologici.....	»	147
18.4 Verde urbano e benessere	»	148
18.5 Conformazione degli spazi aperti e influssi sull'umore.....	»	148
18.6 Carattere degli invasi urbani.....	»	148
18.7 Varietà dei centri storici e senso di appartenenza	»	150
18.8 Futuri sviluppi	»	150
Capitolo 19 Fattori percettivi riferiti al rapporto fra utente-fruitore e sistemi tecnologici integrati	»	153
<i>Chiara Piccardo (UdR Genova)</i>		
19.1 Introduzione al capitolo	»	153
19.2 Individuazione di un set di parametri	»	155
19.3 Fattori fisico-spaziali influenti sulla visibilità (e più in generale sulla percezione) degli elementi tecnologici	»	157

19.3.1	Fattori ambientali.....	<i>pag.</i>	157
19.3.2	Fattori sociali della percezione.....	»	158
19.4	Tematiche trattate.....	»	158
19.5	Note conclusive.....	»	160
Capitolo 20	Ipotesi di sperimentazione: il caso del microeolico.....	»	161
	<i>Adriano Magliocco (UdR Genova)</i>		
20.1	Introduzione al capitolo.....	»	161
20.2	Il contesto normativo.....	»	161
20.3	Gli impatti del microeolico.....	»	163
20.3.1	Impatto acustico.....	»	163
20.3.2	Impatto visivo.....	»	164
20.3.3	Impatto da rischio di incidente.....	»	164
20.3.4	Opzioni progettuali.....	»	165
20.3.5	Disponibilità della fonte eolica.....	»	166
20.3.6	Relazione fra opzioni progettuali e impatti.....	»	167
20.3.7	Possibili indicazioni per limitare la visibilità.....	»	167
Parte quarta			
Sistemi e componenti			
Capitolo 21	Introduzione a sistemi e componenti.....	»	173
	<i>Marco Sala e Paola Gallo (UdR Firenze)</i>		
21.1	Innovazione di prodotto.....	»	175
21.2	Ipotesi di progetto per uno strumento <i>user friendly</i> utile alla sistematizzazione delle informazioni sui prodotti.....	»	176
Capitolo 22	Sistemi di chiusura a comportamento dinamico.....	»	181
	<i>Rosa Romano (UdR Firenze)</i>		
22.1	Involucro come sistema attivo.....	»	185
22.2	Involucro come “pelle” e “membrana”.....	»	190
Capitolo 23	Situazione attuale e prospettive di mercato degli elementi di chiusura verticale.....	»	195
	<i>Rosa Romano (UdR Firenze)</i>		
Capitolo 24	Involucri dinamici e innovativi per il clima temperato: due prototipi.....	»	199
	<i>Rosa Romano, Milagros Villalta (UdR Firenze)</i>		
24.1	Il componente di facciata DOMINO.....	»	199
24.1.1	Caratteristiche tecnologiche.....	»	200
24.1.2	Verifica delle prestazioni attraverso simulazioni dinamiche.....	»	202
24.2	Sistema di facciata <i>Shading screen</i>	»	199
24.2.1	Il sistema.....	»	205
24.2.2	Il componente <i>Shading screen</i>	»	206
24.2.3	I valori prestazionali della lastra <i>Shading screen</i>	»	206
24.2.4	Verifica delle prestazioni.....	»	207
24.2.5	Risultati.....	»	210
24.2.6	Conclusioni e possibili sviluppi.....	»	213

Capitolo 25 Il nuovo polo della Camera di Commercio di Lucca	<i>pag.</i>	215
<i>Paola Gallo (UdR Firenze)</i>		
25.1	Qualità dell'ambiente esterno e integrazione con il contesto	» 216
25.2	Orientamento dell'edificio per favorire il comfort interno e un maggior risparmio energetico	» 216
25.3	Uso del verde per la regolazione del microclima interno ed esterno	» 218
25.4	Caratteristiche dell'involucro	» 218
25.5	Sistemi schermanti per evitare il surriscaldamento dell'involucro	» 219
25.6	Ventilazione naturale	» 219
25.7	Illuminazione naturale	» 221
25.8	Comfort termo-igrometrico	» 221
25.9	Coperture	» 222
	25.9.1 Superfici trasparenti	» 222
25.10	Impianti	» 224
	25.10.1 Impianto fotovoltaico	» 224
	25.10.2 Impianto geotermico	» 226
	25.10.3 Impianto di distribuzione a bassa temperatura	» 226
	25.10.4 Impianto di domotica	» 226
	25.10.5 Impianto di recupero delle acque piovane	» 227
Capitolo 26 Prodotti fotovoltaici per l'integrazione architettonica nell'ambiente costruito.....	»	229
<i>Niccolò Aste, Lavinia Chiara Tagliabue, Silvia Torri (UdR Milano)</i>		
26.1	Introduzione al capitolo	» 229
26.2	Indicazioni sui componenti derivanti dal Nuovo Conto Energia	» 231
26.3	Evoluzione dei prodotti per la generazione elettrica da fonte solare	» 231
26.4	Tipologie di celle	» 232
26.5	Vantaggi e problematiche.....	» 233
26.6	Progressi tecnologici.....	» 233
26.7	Prospettive di sviluppo.....	» 234
26.8	Caratteristiche per l'integrazione.....	» 235
	26.8.1 Requisiti prestazionali	» 235
	26.8.2 Requisiti energetici	» 236
	26.8.3 Requisiti tecnologici	» 236
26.9	Rassegna dei prodotti.....	» 237
26.10	Quadro sinottico della rispondenza ai requisiti.....	» 239
26.11	Quadro sinottico delle prestazioni	» 240
26.12	Schede prodotto	» 243
	1. Sunflower, Energy Innovations	
	2. FS Series 3, First Solar	
	3. SOLitaire SolonBlack e Solon Bue 250/05, Solon Spa	
	4. Double-glass bipv modules, Sunsea Srl	
	5. Elettrotegola ETB65, Brianza Plastica Spa	
	6. PVB Solar, Energy Glass	

7. Q.SMART UF 75-95, Q-Cells International Italia Srl
8. Solar PV Standing Seam, Rheinzink UK
9. Power Plastic® 40 Series 1040, Konarka Technologies Inc
10. VS41 C60 P200, Vidursolar
11. Tegolasolare JFV09-T, Area Industrie Ceramiche Srl
12. Techtile Energy, Rem Spa
13. Sunstyle, Saint Gobain Solar
14. Sunlap SL3P150, Saint Gobain Solar
15. Modulo BIPV FLX-TO 135, Flexcell
16. PGB FTR3, Marcegaglia
17. Q6 Tile, World Technology Corporation
18. Sunweb, Solland Solar Cells BV
19. A-135P, Atersa
20. GeneCIS 80 W, Wurth Elektronik Italia Srl - Wurth Solar
21. VSG-EVO, Ertex Solar
22. ASI THRU-1-IO, Schott Solar GmbH
23. AH814200 x 42, Sapa Building System Srl
24. Prosol MPE 100 AL01, Schuco International Italia Srl
25. Stone Elegance, Lof Solar Corporation

Bibliografia	<i>pag.</i>	271
Fonti iconografiche	»	279
Indice analitico	»	281
Biografie.....	»	282

Parte quarta

Sistemi e componenti

- 21 Introduzione a sistemi e componenti
- 22 Sistemi di chiusura a comportamento dinamico
- 23 Situazione attuale e prospettive di mercato degli elementi di chiusura verticale
- 24 Involucri dinamici e innovativi per il clima temperato: due prototipi
- 25 Il nuovo polo della Camera di Commercio di Lucca
- 26 Prodotti fotovoltaici per l'integrazione architettonica nell'ambiente costruito

25 Il nuovo polo della Camera di Commercio di Lucca

Abstract

The Information Communication Technology Centre is a project committed by Chamber of Commerce of Lucca. The project was realized by Province of Lucca and ABITA Center, in charge of green design, allowing to test of new technologies related to energy efficiency for office buildings. The project has been focused on: combination of components and advanced energy saving systems, integration of innovative dynamic facades in order to reduce the heat loss through building envelope and, in the meanwhile, to produce energy through renewable energy sources.

In detail an intelligent facade system was applied in order to control the solar radiation in summer principally and heat losses in winter also. In fact in this facade system all windows have movable aluminium shutter, allowing sun protection, while the south glass roof of greenhouse is made by semi-transparent polycrystalline silicon photovoltaic panel, which are integrated also on the south facade. The selective low-E glass and transparent surfaces has been designed to ensure excellent natural lighting inside the building. Whereas the roof of laboratories has been integrate the solar pipe. Air exchange is provided by natural ventilation system. The building, thanks to materials (mainly recyclable and from local industries close to project site) and special building envelope (wall systems with high U-value, thermal inertia and the integration of renewable energy systems), is certified - according to national legislation - as class A. The annual building consumption is 20 kWh/sq against to 170 kWh/sq of traditional office building.

In Toscana, nella pratica dei mutamenti sia a scala territoriale che urbana, è stata avviata ormai da tempo una visione che privilegia nuove relazioni fertili tra insediamento umano e ambiente; un atto che contiene il germe di uno sviluppo inteso come ricerca fondativa di nuove alleanze fra natura e cultura, fra cultura e storia, che decreti la fine dell'era del divorzio tra architettura e paesaggio. Con

queste premesse, l'assunzione del principio di sostenibilità e la sua attuazione pratica nel costruito hanno consentito di superare, in questa regione, la dicotomia tra tutela e trasformazione, entrambe necessarie per concorrere a produrre maggiore qualità urbana, sociale e ambientale.

Nelle città, insieme di straordinarie opportunità e contraddizioni, dove i problemi di disagio sociale dovuti alle condizioni sempre più congestionanti in cui versano sembra non lasciare spazio a interventi riparatori, si rendono disponibili, sempre più spesso, aree dove la ristrutturazione, residenziale e/o industriale, rappresenta un'occasione per migliorare la qualità dell'ecosistema urbano a sostegno dell'economia delle città; ciò a compensare la necessità di non consumare ulteriore spazio necessario per le costruzioni, ma riabilitare quelle forme di territorio ormai occupate per far nascere nuove opportunità. Gli interventi sul territorio rappresentano quindi un laboratorio di sperimentazione, in particolare per l'edilizia, legati a concetti intimamente connessi ai benefici che tali interventi possono portare all'ambiente e quindi, a chi lo abita.

Ed è proprio in nome di questa sperimentazione, che nasce la volontà di realizzare un nuovo edificio nell'area ex Bertolli a Sorbano (LU) a servizio dell'innovazione: laboratori di ricerca avanzata, incubatori di impresa, start-up di imprese operanti in settori innovativi e tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), servizi che trovano la loro naturale localizzazione in un edificio realizzato per conto della Camera di Commercio di Lucca che, seguendo le indicazioni di contenimento dell'uso delle risorse, è nato come un intervento di ristrutturazione edilizia di un immobile esistente, già a uso produttivo.

L'intervento, infatti, prevede il cambiamento di destinazione d'uso da produttivo (ormai dismesso) a direzionale, con la realizzazione

di uffici e laboratori, mediante la demolizione del vecchio fabbricato e la ricostruzione, a parità di ingombro plani-volumetrico, del nuovo organismo edilizio.

L'intervento si caratterizza per la scelta di sviluppare un progetto di architettura sostenibile, ispirato ai criteri della bioclimatica con il ricorso all'impiego di energie alternative e di ogni accorgimento utile a abbattere i consumi di esercizio dell'edificio. Non solo, ma il progetto ha visto l'integrazione di prodotti e componenti innovativi tra i quali un componente dinamico di facciata¹ a schermo avanzato capace di garantire buona illuminazione, regolazione termica, produzione di energia, oltre naturalmente alle funzioni basilari di protezione dall'acqua e di controllo della temperatura; un sistema modulare integrato, capace di garantire prestazioni termigrometriche variabili in relazione al clima esterno garantendo, nel contempo, ottime caratteristiche tecnologiche e un linguaggio architettonico contemporaneo.

La scelta di inserire un sistema di facciata siffatta per l'involucro di questo edificio, nasce dall'intenzione di affrontare nell'edilizia costruita nuove sperimentazioni provenienti dal campo della ricerca tecnologica dei sistemi di facciata finalizzate a dimostrare la possibilità di dotare le superfici di chiusura verticale di soluzioni atte a garantirne il dinamismo che consenta di gestire i flussi materici passanti, alla stregua di un organismo biologico. Ma a differenza di quelle soluzioni messe a punto da imprese e industrie che hanno caratteristiche di originalità troppo elevate per rappresentare la pratica d'uso corrente, e che stentano a affermarsi al di fuori della specifica applicazione per la quale sono state pensate e sviluppate, questo sistema dinamico di involucro presenta tutte quelle caratteristiche di applicazione diffusa e affermazione sul mercato, auspicata dalle aziende del settore della produzione per l'edilizia che, in questo particolare momento storico, stanno vivendo un periodo di crisi notevole che induce spesso a rinunciare al rischio innovazione.

25.1 Qualità dell'ambiente esterno e integrazione con il contesto

Il progetto nel suo insieme è stato sviluppato avendo cura del contesto ambientale di riferimento, attraverso l'individuazione di scelte architettoniche e formali al fine di ridurre l'impatto ambientale e nel contempo realizzare un edificio capace di offrire numerosi spunti per una attenta trasformazione dei principi di sostenibilità che, a partire dalla lettura e conoscenza dei luoghi e dei fenomeni a essa connessi, si offre quale miglior presupposto per un buon utilizzo delle risorse disponibili.

25.2 Orientamento dell'edificio per favorire il comfort interno e un maggior risparmio energetico

L'edificio si presenta in pianta costituito da tre corpi collegati da una galleria centrale a uso pubblico, coperta da un ampio atrio vetrato in acciaio e vetro, che si sviluppa in direzione est-ovest e che costituisce il fulcro dell'intero complesso. La galleria collega rispettivamente gli edifici destinati a uffici e laboratori, i quali presentano soluzioni tecnologiche d'involucro diverse in relazione all'orientamento di ogni singolo corpo di fabbrica (Fig. 25.1).

- **Edificio 1:** presenta un ingombro planimetrico di circa 515 m² (11,75x43,65 m) con uno sviluppo est-ovest, che si sviluppa su tre livelli per un'altezza di 11,00 m con destinazione d'uso per uffici. Il fronte mi-

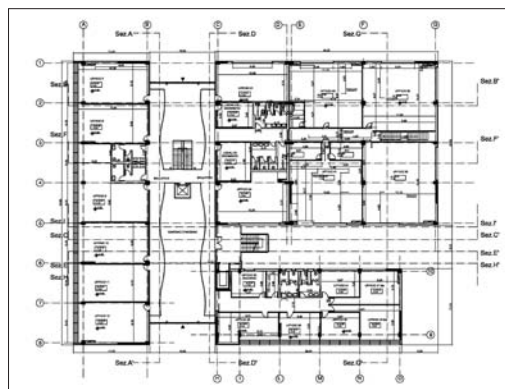


Fig. 25.1 Planimetria dell'edificio.

nore, orientato a sud, è caratterizzato dalla presenza di una facciata dinamica a doppia pelle nella quale sono stati integrati pannelli fotovoltaici.

- **Edificio 2:** è rappresentato dal blocco posto frontalmente all'edificio 1, quindi con lo stesso sviluppo prevalente, avente ingombro planimetrico questa volta pari a circa 285 m² (11,30x25,20 m). È caratterizzato da ampie aperture vetrate orientate a ovest e schermate con un sistema a lamelle in alluminio.
- **Edificio 3:** è disposto secondo la direttrice nord-sud e presenta un'altezza di 11,00 m. Il prospetto a est è caratterizzato dalla stessa soluzione di facciata che è stata adottata sul fronte sud dell'edificio 1, mentre gli altri fronti hanno una soluzione d'involucro a parete ventilata.
- **Giardino d'inverno:** lo spazio collocato fra il prospetto nord dell'edificio 1 e i prospetti sud degli edifici 2 e 3 rappresenta l'accesso a tutti gli ambienti del corpo di fabbrica. Questa zona di transizione fra l'esterno e i locali operativi è coperta da una struttura in acciaio e vetro di forma curvilinea che ben si inserisce nel contesto dello spazio costruito. La copertura rappresenta sicuramente l'elemento caratterizzante dell'intervento, sia dal punto di vista tecnologico/strutturale che per il suo linguaggio architettonico; la galleria, infatti, è aperta al passaggio del pubblico a livello del piano terra, ed è stata pensata come un "giardino d'inverno": uno spazio che accoglie le strutture per la distribuzione dei flussi, sia verticale che orizzontale (un vano scala e un vano ascensore, ballatoi di distribuzione orizzontale ai piani primo e secondo (Fig. 25.2)) in modo da assicurare la completa funzionalità dell'edificio e la necessaria relazione spaziale. Essa, inoltre, costituisce l'ingresso principale del fabbricato, sul lato est, e si affaccia verso un altro edificio, sempre di proprietà della Camera di Commercio, e sul lato ovest verso una



Fig. 25.2 Interno della Serra vista dei ballatoi.

vasta area destinata a parcheggio a servizio dell'intero complesso.

- **Laboratori:** il quarto e ultimo blocco dell'intero complesso, ubicato a nord-ovest rispetto al centro dell'intero intervento, è destinato a ospitare i laboratori. Il volume architettonico è caratterizzato, su un lato, da ampie aperture che ne consentono un agevole accesso, e dall'altro, da una parete ventilata con finitura in doghe di alluminio colorate.

Un progetto siffatto, con caratteristiche che privilegiano l'uso di tecnologie per lo sfruttamento delle risorse energetiche rinnovabili e l'inserimento di sistemi e componenti per il loro impiego, ha tenuto innanzitutto conto, sin dalla fase di stesura preliminare, delle caratteristiche climatiche dell'area nella quale si trova, mantenendo così uno stretto legame con il contesto.

A partire quindi dallo studio delle caratteristiche geografiche locali sono emerse le seguenti valutazioni preliminari:

- i livelli di radiazione ed eliofania valutati localmente hanno garantito l'efficacia di utilizzo di tecnologie per lo sfruttamento dell'energia solare; nel caso specifico è stato integrato un impianto fotovoltaico sia nella facciata del prospetto orientato a sud che sulla copertura trasparente dello spazio tampone;
- le temperature piuttosto elevate raggiunte durante la stagione estiva necessitano di essere controllate mediante l'adozione di



Fig. 25.3 Tetto giardino dei laboratori.

strategie che limitino l'apporto termico della radiazione solare dall'esterno all'interno dell'edificio. In tal senso, sono state adottati sistemi per implementare l'inerzia termica dell'involucro e per schermare opportunamente le superfici trasparenti;

- le precipitazioni seppur non abbondanti (125 mm/mese nei mesi primaverili e autunnali), sono risultate sufficienti per integrare nell'edificio sistemi per la raccolta dell'acqua piovana;
- l'umidità stimata costante e piuttosto elevata (90%) durante tutto l'arco dell'anno costituisce una condizione che provoca interferenze sulle temperature e inevitabilmente influisce sul condizionamento dell'edificio; ciò ha comportato lo studio e l'adozione di strategie per la deumidificazione dell'aria in entrata nell'edificio;
- la velocità del vento, anch'essa stimata costante e sufficientemente rilevante durante tutto l'arco dell'anno, ha consentito di prevedere l'utilizzo di sistemi per la ventilazione naturale.

25.3 Uso del verde per la regolazione del microclima interno ed esterno

La scelta di utilizzare la vegetazione per il controllo microclimatico interno ed esterno all'edificio nasce non solo dalla volontà di migliorare le condizioni d'uso degli spazi, integrando il complesso con il contesto ambientale, ma anche dalla necessità di accentuarne le sue peculiarità di edificio a elevate caratteristiche di risparmio energetico. L'integrazione, infatti, di un tetto giardino di tipo estensivo nella

copertura del volume che ospita i laboratori, ne implementa, in modo eco-compatibile, l'isolamento termico (Fig. 25.3). Il tetto giardino, garantisce, inoltre, un adeguato isolamento acustico dell'edificio vista la sua collocazione in prossimità dell'autostrada, poiché la sua elevata massa volumica ben assorbe le onde sonore, riducendone l'intensità. Questo tipo di tecnologia necessita in ogni modo di una manutenzione annuale ordinaria per controllare il regolare funzionamento degli impianti che ne consentono l'irrigazione.

All'interno della serra, quale elemento di progettazione del benessere psico-fisico e di controllo microclimatico del comfort interno, sono state localizzate alcune aree piantumate a bambù come integrazione strategica alla ventilazione naturale per la mitigazione della temperatura nei mesi più caldi, incidendo così sui fattori di comfort degli spazi interni.

25.4 Caratteristiche dell'involucro

Per quanto riguarda le scelte relative all'involucro dell'edificio, è interessante sottolineare che sono state adottate particolari soluzioni tecnologiche, al fine di garantire elevate prestazioni di isolamento e inerzia termica. In particolare:

- l'intera parete orientata a sud si configura come una parete tecnologica attrezzata con pannelli fotovoltaici integrati in facciata, costituita da una sequenza di moduli costituiti da infissi trasparenti apribili e moduli opachi fissi (quelli destinati a accogliere i pannelli fotovoltaici); questi ultimi contengono al loro interno un pacchetto di elementi differenziati, quali teli microforati, grate anti-insetti, pannelli oscuranti, che se utilizzati, vanno, singolarmente o simultaneamente, a integrare le prestazioni degli infissi realizzati con profilati in alluminio a taglio termico, caratterizzati da vetri basso-emissivi e isolati acusticamente. Questo componente di facciata integrato innovativo², sviluppato proprio in relazione alle prestazioni energetiche dell'edificio in questione, garantisce buone prestazioni sia d'estate, quando la "pelle



Fig. 25.4 Ingresso fronte est.



Fig. 25.5 Prospetto ovest.

esterna” dell’edificio mediante l’infisso trasparente è aperta e il sistema oscurante abbassato, sia nei mesi invernali quando l’infisso trasparente è chiuso e l’intero pacchetto tecnologico presenta un coefficiente di trasmittanza pari a $U\ 0,9\ W/(m^2 \times K)$. Naturalmente è utile ricordare che dietro il pannello fotovoltaico si trova una componente opaca coibentata, che presenta, dalla parte interna, un’anta apribile per la manutenzione dell’intercapedine;

- la parete orientata a est riprende la partizione e il disegno della facciata sud, ma al posto dei moduli contenenti i pannelli fotovoltaici, questi sono stati sostituiti da elementi vetriati riflettenti (Fig. 25.4);
- l’involucro dei corpi di fabbrica destinati a uffici e dei laboratori, orientati a ovest (Fig. 25.5) e a nord, sono realizzati come termopareti ventilate con rivestimento in pannelli di alluminio, così costituite:
 - blocchi di poroton rettificato di 20 cm di spessore;
 - strato di isolamento termico in polistirene espanso di 12 cm;
 - intercapedine d’aria di 4 cm;
 - rivestimento in doghe di alluminio orizzontali.

Tali pareti siffatte hanno una trasmittanza termica pari a $0,21\ W/(m^2 \times K)$ con una massa superficiale di $250\ kg/m^2$.

25.5 Sistemi schermanti per evitare il surriscaldamento dell’involucro

Particolare attenzione è stata prestata all’adozione di sistemi di schermatura per il control-

lo e la regolazione della radiazione solare incidente sulle superfici dell’involucro. In particolare modo:

- negli edifici 1 e 2 la scelta di adottare soluzioni innovative di facciata, consente una variabilità delle prestazioni dell’involucro nei vari mesi dell’anno. Il componente innovativo di facciata adottato, costituito da una partizione opaca e da una trasparente, è caratterizzato da una serie di elementi mobili, tra cui si distingue una schermatura in lamelle di alluminio inclinate in modo tale da garantire l’intercettazione della radiazione solare nei mesi estivi senza compromettere l’ingresso della luce naturale. Così facendo, tutte le chiusure trasparenti sono caratterizzate dall’integrazione di sistemi schermanti, che garantiscono, oltre a un’adeguata protezione contro i raggi solari, lo sfruttamento della luce del giorno e la visione verso l’esterno;
- la copertura trasparente della serra dall’integrazione nella parte orientata a sud di pannelli fotovoltaici di silicio policristallino semitrasparente, oltre che a trasformare il sistema di copertura in un impianto captante, contribuendo a produrre l’energia elettrica necessaria al fabbisogno dell’edificio, garantisce un adeguato ombreggiamento della serra sottostante, evitando rischiosi fenomeni di surriscaldamento.

25.6 Ventilazione naturale

L’approccio progettuale scelto per la realizzazione di questo edificio complesso ha privilegiato tutte quelle scelte finalizzate a ottenere

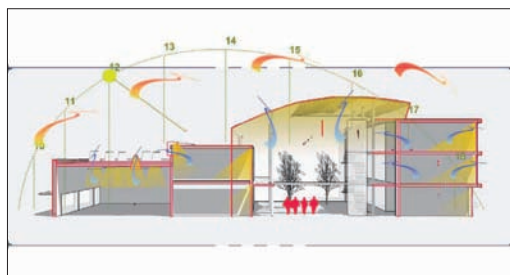


Fig. 25.6 Andamento dei flussi d'aria nei mesi invernali.

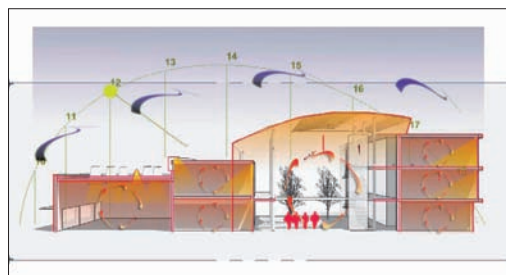


Fig. 25.7 Andamento dei flussi d'aria nei mesi estivi.

un edificio come sistema, capace di interagire con l'ambiente e che, attraverso semplici dispositivi, sia in grado di garantire il controllo delle fluttuazioni interne della temperatura e di tutti quei parametri che influiscono sulle condizioni di comfort.

Ed è per questo che uno degli obiettivi principali del progetto per il Nuovo Centro in ambienti Virtuali e ICT, è stato quello di garantire che in tutti gli uffici fosse assicurato un adeguato ricambio d'aria, così come previsto dalla legge, mediante sistemi di ventilazione naturale (Figg. 25.6 e 25.7). Per raggiungere tale obiettivo, sono state adottate tutte le soluzioni necessarie a promuovere la ventilazione trasversale, soprattutto nei mesi estivi, a eccezione per le sale riunioni che utilizzano invece sistemi meccanici.

Si è trattato di dotare tutti gli ambienti a uso ufficio posti al piano terra di infissi ad apertura, sia a battente che a vasistas verso l'esterno (Fig. 25.8), in contrapposizione con i fronti che si affacciano sulla serra dove sono state localizzate bocchette per la ventilazione inte-



Fig. 25.8 Particolare del sistema di ventilazione degli uffici verso la serra.

grate nel tamponamento, e una opportuna apertura a ribalta nell'infisso di ingresso, con l'obiettivo di incrementare ulteriormente il flusso dinamico dell'aria.

Negli uffici ai piani superiori, gli elementi che costituiscono l'unità del modulo di facciata, sono dotati di un comparto dove trova alloggiamento una zanzariera mobile la quale, opportunamente utilizzata come sistema antintrusione, consente di mantenere l'intero infisso completamente aperto durante la notte, garantendo così una ventilazione notturna nei mesi più caldi.

I moduli di facciata così costituiti sono inoltre implementati da sistemi domotici che ne garantiscono il controllo; soluzione questa che ha consentito di ipotizzare una riduzione dei fabbisogni energetici di circa il 30% rispetto a un edificio tradizionale³.

Per quel che riguarda le aperture della galleria queste sono state progettate per consentire la massima captazione del calore nella stagione invernale, mentre nella stagione estiva dovranno favorire al massimo la ventilazione naturale e, in particolare, l'instaurarsi di moti convettivi interni.

Per questo motivo sono state localizzate una serie di aperture mobili (un sistema a lamelle trasparenti), sia a comando meccanizzato che manuale, poste sui fianchi laterali e sui due fronti della serra, che verranno opportunamente aperti durante la stagione estiva e nei periodi di intenso soleggiamento. Nel caso di regolazione con controllo automatizzato collegato con sensori di temperatura, oppure di controllo manuale giornaliero affidato al personale di gestione del centro, l'apertura delle

lamelle mobili, potrà essere regolata secondo le effettive esigenze per il controllo delle condizioni microclimatiche interne. In ogni caso, per consentire una buona ventilazione naturale in tutta la serra nei periodi di maggiore soleggiamento, si necessita di una buona operatività di tali aperture che, in perfetto coordinamento con le aperture poste nella parte bassa della serra, possano innescare quei moti convettivi d'aria necessari a migliorarne le condizioni di comfort interno.

25.7 Illuminazione naturale

A seconda della zona climatica e alla tipologia di edificio, il corretto uso dell'illuminazione naturale può migliorare il comfort visivo interno con un notevole risparmio energetico. Nel progetto in esame, la scelta di dotare l'edificio di ampie superfici trasparenti di chiusura verticale e di integrare i condotti di luce nella copertura degli uffici orientati a nord ha permesso di ottenere ambienti più luminosi e gradevoli, migliorando la percezione dello spazio interno, implementando la visibilità degli utenti verso l'esterno e la loro percezione del tempo, con il conseguente miglioramento delle condizioni psicologiche lavorative.

Ampie vetrate collegano gli ambienti interni all'atrio centrale mentre grandi superfici trasparenti di chiusura verticale e il lucernario di copertura garantiscono l'illuminamento degli uffici che si affacciano su di esso; le aperture sono dimensionate, unitamente alle caratteristiche delle schermature, in relazione all'area geografica di progetto, per garantire ottimi livelli di illuminazione naturale all'interno degli spazi di lavoro e all'ampio open space da destinare a attività collettive, in modo da ridurre il più possibile il ricorso all'impianto di illuminazione artificiale.

Inoltre sia la copertura quanto le grandi superfici verticali della serra sono realizzati con vetri selettivi che permettono di ridurre l'apporto termico della radiazione, garantendo tuttavia una buona illuminazione diffusa degli spazi interni, evitando altresì fenomeni di abbagliamento diretto.

In dettaglio le strategie più innovative adottate sono le seguenti:

- involucro orientato a sud, realizzato con i moduli di facciata dinamica, che prevedono vetri doppia camera basso emissivi, selettivi e antisfondamento montati su profilati in alluminio a taglio termico, con elementi di schermatura capaci di regolare il flusso luminoso (Fig. 25.9);
- sistemi tipo *solar pipe* integrati nella copertura dei laboratori per incrementare l'illuminazione naturale negli ampi spazi di lavoro.

Sono, inoltre, state adottate lampade a risparmio energetico con molteplici potenze commisurate alla destinazione funzionale degli ambienti, per dotare gli spazi di servizio e collegamento di sistemi elettronici di controllo automatico per il funzionamento degli apparecchi luminosi ed evitare, così, sprechi dovuti alla distrazione dell'utenza.

25.8 Comfort termo-igrometrico

Con l'obiettivo di limitare i consumi energetici dell'edificio pur garantendo condizioni di comfort *indoor* ottimali, grande attenzione è stata prestata alla progettazione dell'involucro e degli impianti di condizionamento, così da garantire un buon livello di temperatura, umidità e velocità dell'aria durante tutte le stagioni. In particolare, tutti e quattro i corpi di fabbrica sono caratterizzati da soluzioni di facciata con isolamento a cappotto e parete ventilata, così da assicurarne valori di



Fig. 25.9 Fronte sud ed est.

trasmissione ben al di sopra di quelli previsti dalla normativa italiana.

In particolare, sul fronte sud e su quello est, dove è stato integrato il sistema di doppia pelle dinamica, durante i mesi invernali è possibile incrementare tale prestazione, in quanto, attraverso la possibilità di chiudere la pelle esterna, viene aumentato l'isolamento termico della superficie di tamponamento, evitando così il fenomeno della parete fredda tipico di molti uffici delimitati da chiusure trasparenti.

Per aumentare il benessere termico interno, è stato integrato a soffitto un impianto radiante che viene utilizzato sia per il riscaldamento invernale che per il raffrescamento estivo; impianto dotato di deumidificatore per consentire la regolazione di tale parametro.

25.9 Coperture

Per le coperture dei quattro edifici che costituiscono il nuovo Polo Tecnologico sono state adottate le seguenti soluzioni tecnologiche:

- tetto rovescio (negli edifici 1, 2, 3), isolato con uno strato in polistirene espanso (senza pelle, con massa volumica 50) dello spessore di 11 cm, con finitura in guaina impermeabilizzante incollata a freddo di colore bianco dello spessore di 4 mm. È stato scelto di adottare la guaina bianca come finitura esterna per favorire la produttività dei pannelli fotovoltaici di silicio amorfo che sono stati integrati su di essa. La guaina bianca, riflettendo la radiazione solare incidente, contribuisce inoltre a evitare pericolosi fenomeni di surriscaldamento del manto di copertura nei mesi estivi. La trasmittanza del solaio è pari a $U\ 0,31\ \text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$;
- tetto giardino (nell'edificio destinato a laboratori), costituito da un massetto di 5 cm; guaina impermeabilizzante; isolante in polistirene espanso dello spessore di 8 cm; strato drenante tipo DAKU per tetto giardino; tessuto non tessuto; strato di terra dello spessore di almeno 70 cm per garantire la piantumazione di essenze ar-

boree di dimensioni ridotte. Trasmittanza termica pari a $U: 0,31\ \text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.

25.9.1 Superfici trasparenti

Come in precedenza illustrato, le pareti sud ed est sono caratterizzate dalla presenza di uno speciale componente dinamico di facciata costituito da:

1. modulo infisso trasparente interno, isolato acusticamente, costituito da vetro camera con lastra stratificata (ACU) spessore 8/10/4+4 mm, con PVB da 0,76 mm ($R_w = 41\ \text{Db}$), montato su profilati in lega di alluminio triplacamera tipo SCHÜCO modello AWS 75 SI, con coefficiente di trasmittanza pari a $0,9\ \text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$;
2. modulo infisso opaco interno, costituito da anta apribile a battente e anta fissa in scatolare di alluminio con riempimento di isolante termico in lana di roccia dello spessore di 7,5 cm montato su profilati in lega di alluminio tipo SCHÜCO modello AWS 75 SI, con coefficiente di trasmittanza pari a $0,9\ \text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$;
3. schermatura, costituita da un telaio in alluminio anodizzato e lamelle di 92 mm in alluminio termo laccato;
4. rotolante con zanzariera, a incastro verticale;
5. infisso esterno montato su anta scorrevole, costituito da vetro stratificato di sicurezza 4+4 mm con plastico 0,76 mm montato su profilati in lega di alluminio tipo SCHÜCO modello ROYAL S 120 N;
6. infisso esterno contenente il pannello fotovoltaico, costituito da telaio in alluminio anodizzato all'interno del quale trovano alloggiamento 3 moduli fotovoltaici di silicio policristallino con una potenza di picco nominale di 190 W, posti orizzontalmente, di dimensioni 2,92x1,48 m.

Durante la stagione invernale questo sistema di facciata garantisce ottimi valori di isolamento termico, assicurando nel contempo condizioni di illuminazione ottimali, poiché, quando l'infisso esterno con vetro singolo viene chiuso, permette all'intercapedine d'a-

ria che si forma tra questo e l'infisso interno posteriore, di incrementare il livello di isolamento dell'intero componente.

In estate il sistema è parzialmente apribile (nelle sue componenti vetrate) permettendo il controllo della ventilazione naturale e della radiazione solare; oltre a consentire il *night cooling*, attraverso la presenza della zanzariera che non permette l'ingresso di insetti o altre intrusioni dall'esterno.

In entrambe le stagioni, il sistema di schermatura consente di regolare il flusso luminoso in entrata all'interno dell'edificio.

Nel suo insieme, questo componente di facciata dinamica (Fig. 25.10) consente:

- buone prestazioni di isolamento termico e acustico, grazie all'installazione di componenti vetrate stratificati, basso emissivi e antisfondamento;
- garanzia di illuminazione naturale controllata degli ambienti interni, grazie alla

presenza di opportuni elementi schermati;

- possibilità di ventilazione durante le ore notturne dei mesi estivi in assenza dell'utente, mediante apertura anche dall'interno e opportuna schermatura anti-intrusione;
- integrazione tecnologica per la produzione di energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico o solare termico) nella sua componente opaca.

Inoltre tutti gli altri infissi sono stati realizzati con profilati Schueco AWS 75 triplacamera e a taglio termico con vetro satinato o trasparente, termoisolante composto da:

- lastra esterna stratificata antinfortunio con trattamento superficiale Super Neutro magnetronico, basso emissivo, antisolare, posto verso l'intercapedine e float chiari e plastici a attenuazione acustica;
- intercapedine di spessore 16,00 mm con



Fig. 25.10 Componente di facciata dinamica, vista interna.

Dati generali	
Indirizzo	Corte Campana n° 10
Comune	Lucca
Provincia	LU
CAP	55100
Latitudine	43,8447°
Longitudine	10,5044°
Altitudine	19 m
Superficie totale moduli	774 m ²
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1411,64
Coefficiente d'ombreggiamento	1,00
Dati Tecnici	
Potenza totale	48,70 kW
Numero totale moduli	300
Numero totale inverter	36
BOS	74,97%
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua	49082,96 kWh

Tab. 25.1 Dati generali.

gas argon inserito, doppia sigillatura e distanziatore metallico;

- lastra interna stratificata antinfortunisto 44.4 composta da float chiari e plastici PVB interposti.

Gli infissi presentano le seguenti caratteristiche:

- attenuazione acustica R_w 46 db, in accordo con la norma EN ISO 140-717;
- caratteristiche energetico luminose, in accordo con la norma EN 410 e 673:



Fig. 25.11 Serra, particolare della copertura.

- trasmissione luminosa TL 40%;
- fattore solare FS 24 %;
- riflessione luminosa RL 16%;
- trasmittanza termica U 1,1 W/(m² x K).

25.10 Impianti

L'edificio per il Nuovo Centro Competenze in Ambienti Virtuali e ICT è caratterizzato dalla presenza di impianti per l'accumulo di energie rinnovabili unitamente a quelli di tipo tradizionali per il condizionamento dell'edificio; *in primis*, parte del fabbisogno di acqua calda sanitaria a uso dell'intero complesso, viene fornito da un impianto a pannelli solari termici, del tipo a collettore piano, installati sulla copertura dell'edificio n. 2. Si tratta complessivamente di 6 pannelli, per una superficie totale captante di circa 18 m².

25.10.1 Impianto fotovoltaico

Tutto il complesso viene servito per la produzione di energia elettrica da un impianto fotovoltaico integrato in copertura e in facciata, la cui potenza è di 48,70 kW, con una produzione stimata di 49 082,96 kWh d'energia annua, fornita dai 300 moduli occupanti una superficie complessiva di 774 m².

L'impianto è stato diviso in tre zone secondo la loro ubicazione e tipologia dei pannelli utilizzati; in dettaglio:

- zona 1: sistema fotovoltaico della facciata orientata a sud, costituito da pannelli di silicio policristallino, con una potenza di picco pari a 15 kW;
- zona 2: sistema fotovoltaico integrato nella copertura degli edifici 1 e 3, costituito da tappetini di silicio amorfo, con una potenza di picco pari a 17 kW;
- zona 3: sistema fotovoltaico integrato nella copertura della serra, costituito da pannelli di silicio policristallino di tipo vetro-vetro, per una potenza pari a 15 kW di picco (Fig. 25.11).

Zona 1. Impianto fotovoltaico della facciata

L'impianto fotovoltaico integrato nella facciata sud dell'edificio 1, è costituito da 84 moduli, occupanti una superficie di 99,05 m² (Fig.

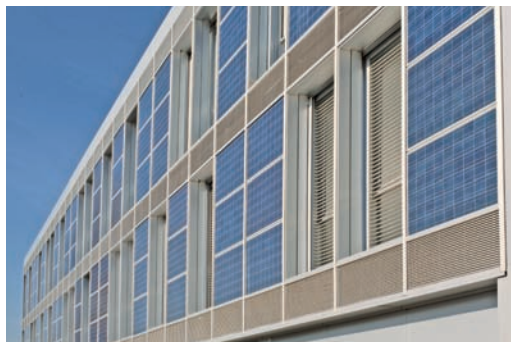


Fig. 25.12 Facciata fotovoltaica a sud.

25.12). I pannelli fotovoltaici risultano integrati nella componente opaca del sistema modulare di facciata (2,92x1,48 m), che ospita tre moduli fotovoltaici singoli. Tale impianto, classificato come “integrato”, ha potenza pari a 15,96 kW e una produzione stimata di 12.840,59 kWh d’energia annua.

Il campo fotovoltaico siffatto risulta diviso in 6 sottocampi da due stringhe, ognuno collegato con un inverter da esterno, installato in posizione riparata dai raggi solari diretti e accessibile per l’ispezione visiva e per l’attività di manutenzione. Ogni stringa è dotata di un suo quadro di campo con opportuno sezionatore ed eventuale diodo di blocco e, nel suo complesso, è provvisto di quadri di campo in cui sono alloggiati i dispositivi di generatore associati al singolo inverter.

Zona 2. *Impianto fotovoltaico sul tetto degli edifici 1 e 3*

L’impianto fotovoltaico integrato sulla copertura degli edifici 1 e 3, classificabile come impianto totalmente integrato, ha una potenza pari a 17,14 kW e una produzione stimata di 18376,78 kWh d’energia annua, derivante dall’installazione sulla guaina di finitura esterna di 36 moduli fotovoltaici di silicio amorfo da 68 W e 108 moduli da 136 W occupanti una superficie di 319,4517 m².

Il campo fotovoltaico presente sull’edificio 1 composto di 72 pannelli di silicio amorfo da 136 W è diviso in 6 sottocampi da due stringhe, ognuno collegato con un inverter per



Fig. 25.13 Particolare copertura della serra in fotovoltaico semitrasparente.

esterno, mentre la sezione presente sull’edificio 3 è invece composta di 36 pannelli di silicio amorfo da 136 W e 36 pannelli di silicio amorfo da 68 W, diviso in 3 sottocampi da due stringhe, ognuno collegato anch’esso con un inverter per esterno.

Zona 3. *Impianto fotovoltaico sul tetto della copertura vetrata (serra)*

L’impianto fotovoltaico della copertura vetrata (serra) è classificato come “impianto integrato”, ha una potenza di 15,6 kW e una produzione stimata di 17.865,59 kWh d’energia annua, derivante da 60 pannelli fotovoltaici trasparenti vetro-vetro (sistema vetro camera), di dimensioni 3,020x1,620 m, disposti su file parallele di 12 pannelli ognuna, occupanti una superficie di 293,544 m² (Figg. 25.13 e 25.14).

I pannelli hanno due diverse densità di celle:

- nella parte alta della struttura, che forma propriamente la copertura, sono disposti



Fig. 25.14 Serra. Vista interna verso ovest.



Fig. 25.15 Centrale termica arrivo delle sonde geotermiche.



Fig. 25.16 Centrale termica.

48 pannelli su quattro file, per ottenere una potenza totale di 11,52 kW. Ogni pannello ha una potenza di picco di 240 W, prodotta per 96 celle;

- nella fila più bassa, sono disposti 12 pannelli con una potenza di picco di 340 W, con 96 celle ognuno.

Il campo fotovoltaico della zona dei pannelli di 240 W risulta diviso in 12 sottocampi da 1 stringa, ognuno collegato con un inverter, mentre il campo fotovoltaico della fila dei pannelli di 340 W è stato diviso in 3 sottocampi da una stringa, ognuno collegato con un inverter. Gli inverter di tutti e due i campi sono per esterno e installati in posizione riparata dai raggi solari diretti e accessibile per l'ispezione visiva e per l'attività di manutenzione.

25.10.2 Impianto geotermico

L'energia termica necessaria al riscaldamento dell'intero complesso architettonico è garantita dall'installazione di un impianto geotermico composto di 18 sonde da 90 m di lunghezza e da due pompe di calore acqua-acqua monoblocco da interno (Figg. 25.15 e 25.16).

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

potenza di riscaldamento = 43,7 kW;

potenza frigorifera = 45 kW;

potenza totale = 90 kW.

Il fabbisogno termico dell'edificio, fornito dall'impianto geotermico, viene coadiuvato

tuttavia da una caldaia a condensazione per la produzione di acqua calda da 37,7 kW, che ha il compito di entrare in funzione nel momento in cui vi è una richiesta di maggior calore rispetto a quello garantito dalle sole sonde geotermiche.

25.10.3 Impianto di distribuzione a bassa temperatura

Oltre alla climatizzazione invernale prevista, l'edificio è stato dotato di un impianto per la climatizzazione estiva, garantita da un sistema a soffitto radiante presente in tutti gli edifici per uffici, con l'intento di aumentare la superficie radiante e diminuire la temperatura di mandata con un sensibile risparmio sui costi di gestione; nei locali destinati a laboratori, a causa dell'elevata altezza degli ambienti che avrebbe reso inefficiente tale sistema, è stato invece installato un sistema a pavimento radiante.

25.10.4 Impianto di domotica

L'intero edificio è controllato da un sistema domotico del tipo BMS (*Building Management System*), che permette di:

- monitorare in tempo reale i consumi energetici dell'edificio;
- garantire un adeguato controllo rispetto alle intrusioni dall'esterno;
- controllare elettronicamente l'apertura e la chiusura dei sistemi di schermatura, delle bocchette per la ventilazione e delle aperture localizzate negli infissi.

25.10.5 Impianto di recupero delle acque piovane

È stato realizzato un sistema di recupero delle acque piovane dalla copertura dei tre edifici: l'acqua è convogliata in una cisterna interrata e riutilizzata per l'irrigazione del giardino pensile e delle aree di pertinenza esterne. Tutti i servizi igienici sono poi stati dotati di rubinetti con riduttori di flusso e di WC con cassetta di scarico con getto differenziato, per incrementare il principio di risparmio della risorsa acqua.

Note

¹ Vedi capitolo 26.

² *Ibidem*.

³ L'edificio è stato inaugurato a settembre 2011 ma non è ancora entrato a regime per quanto riguarda l'occupazione; a oggi, infatti, non tutti gli uffici sono occupati, condizione necessaria per avviare una adeguata campagna di monitoraggio che consentirebbe di confermare queste ipotesi.

Biografie

Curatore: Gianni Scudo

Architetto e Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura. Dagli anni Settanta svolge intensa attività di ricerca e didattica nel campo della progettazione ambientale presso il DA-StU (Dipartimento di Architettura e Studi Urbani), la Facoltà di Architettura e Società del Politecnico di Milano e in università europee. È stato uno dei fondatori del Corso di Laurea in Architettura Ambientale che ha coordinato come Presidente dal 2003 al 2010. Vicepresidente della scuola Architettura e Società dal 2007 al 2012. Ha pubblicato molti libri, articoli e ha diretto riviste scientifiche nel campo della progettazione ambientale e dello sviluppo sostenibile.

Autori

Mariarosaria Arena

Architetto, Dottore di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente, collabora alle attività di ricerca del Dipartimento di Architettura della Seconda Università di Napoli. Docente di Tecnologia delle costruzioni nelle scuole secondarie dal 1994, svolge ricerca formativa sulle competenze per l'edilizia. Ha progettato e realizzato corsi di formazione integrativa, superiore e di alta formazione nei settori dell'edilizia e dei beni culturali.

Niccolò Aste

Professore associato di Fisica Tecnica Ambientale al Politecnico di Milano ed esperto a livello nazionale e internazionale di integrazione dei sistemi solari negli edifici. Autore di numerose pubblicazioni scientifiche, svolge attività di ricerca nell'ambito della riqualificazione energetica.

Antonio Bosco

Architetto, ricercatore confermato di Tecnologia dell'Architettura presso la Seconda Università di Napoli, docente del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale della stessa Università. S'interessa di architettura e ambiente, con particolare attenzione ai temi della riqualificazione edilizia e urbana.

Gian Luca Brunetti

Architetto, Dottore di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente, ricercatore di ruolo presso il Politecnico di Milano. Suoi principali ambiti di ricerca sono quelli del comportamento termico degli edifici e della costruzione degli edifici a basso costo ecologico ed economico.

Matteo Clementi

Dottore di ricerca in Tecnologia e Progetto per la Qualità Ambientale a scala edilizia e urbana (TPQA), è professore a contratto presso il Politecnico di Milano. Svolge attività di ricerca nel dipartimento DASTU della stessa università, occupandosi di valutazione della "soste-

nibilità forte" del progetto a scala edilizia e urbana e di strumenti di supporto allo sviluppo di scenari di autosostenibilità locale.

Raffaella De Martino

Architetto, Dottore di ricerca in Tecnologie dell'Architettura e dell'Ambiente. Nel settore della Progettazione Ambientale approfondisce i temi della riqualificazione di ambienti fluviali e dell'individuazione di strategie di intervento per la costruzione di reti ecologiche.

Valentina Dessì

Ricercatrice presso il dipartimento Dastu del Politecnico di Milano. Insegna progettazione ambientale nei corsi di laurea della Scuola di Architettura e Società. Svolge attività di ricerca su temi inerenti le prestazioni energetiche e le condizioni di comfort termico degli edifici e degli spazi aperti.

Maria Fianchini

Architetto, Dottore di ricerca in Recupero edilizio e ambientale, specializzata in Restauro dei Monumenti, è ricercatore di ruolo in Tecnologia dell'Architettura al Politecnico di Milano. Si occupa di tematiche inerenti l'analisi, la valutazione prestazionale e la progettazione di interventi in ambiente costruito.

Luigi Foglia

Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologie dell'Architettura e dell'Ambiente. I suoi temi di ricerca riguardano il progetto del suolo e l'integrazione tecnologica negli spazi aperti urbani. Ha ottenuto prestigiosi riconoscimenti nazionali e internazionali in concorsi di architettura tra cui il Premio Archiprix Italia 2008.

Paola Gallo

Architetto, ricercatore universitario presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, concentra i propri studi nel campo della sostenibilità ambientale e sull'innovazione tecnica

e tecnologica nel progetto di architettura.

Andrea Giachetta

Architetto, è docente del corso di Sostenibilità ambientale nel progetto di architettura e del Laboratorio di costruzioni I per i Corsi di laurea in Architettura della Scuola Politecnica di Genova dove è ricercatore in Tecnologia dell'Architettura.

Giorgio Giallocosta

Professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso l'Università di Genova. È membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in Tecnologia e Progetto per l'Ambiente Costruito (Politecnico di Milano). Svolge attività didattica in discipline tecnologiche e della produzione edilizia. È autore di numerose pubblicazioni. Ha coordinato alcune ricerche nazionali e internazionali. I suoi studi più recenti vertono su problematiche di approccio sistemico, con particolare evidenza per i fattori percettivi in architettura.

Simona G. Lanza

Laureata in Architettura, dottore di ricerca, ha svolto attività di ricerca presso la Facoltà di Architettura di Genova con particolare interesse per i temi del recupero dell'edilizia storica nonché della salvaguardia del patrimonio storico-architettonico nei confronti del rischio idraulico e idrologico. Professore a contratto per il corso di Programmazione e Organizzazione della Produzione Edilizia inerente il Corso di Laurea in Tecniche per la Progettazione Architettonica e per la Costruzione Edilizia. Attualmente dipendente del Ministero per i Beni e le Attività Culturali presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio della Liguria.

Adriano Magliocco

Professore Associato presso il Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Università di Genova. Coordinatore del Corso di Dottorato in Architettura. Svolge ricerca sulla sostenibilità ambientale delle trasformazioni territoriali

e del progetto d'architettura, tema su cui ha pubblicato numerosi articoli e atti di convegno.

Chiara Piccardo

Laureata nel 2009, sta concludendo la Scuola di Dottorato in Architettura dell'Università di Genova con una tesi relativa all'uso dei prodotti a base di legno nel contesto edilizio italiano. Ha collaborato ad alcuni progetti di ricerca inerenti tecnologie per la sostenibilità ambientale in edilizia.

Sergio Rinaldi

Professore associato di Tecnologia dell'architettura presso la Seconda Università di Napoli. Componente del consiglio di gestione del centro interuniversitario ABITA. Si occupa di innovazione tecnologica e sostenibilità ambientale di materiali e sistemi costruttivi.

Alessandro Rogora

Architetto e professore associato in Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento DASTU del Politecnico di Milano. Da oltre vent'anni si occupa di temi relativi alla sostenibilità in architettura e all'uso di materiali innovativi in architettura; è autore di libri e saggi su questi argomenti.

Rosa Romano

Architetto, PhD in Tecnologia dell'Ar-

chitettura e Assegnista di Ricerca presso l'Università degli Studi di Firenze. Collabora con il Centro di Ricerca ABITA dell'Università di Firenze e con altri enti pubblici e privati, per i quali svolge attività di consulenza nel settore dell'architettura bioclimatica e delle tecnologie innovative per l'ambiente.

Marco Sala

Architetto, professore ordinario presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, fondatore e direttore del Centro Interuniversitario ABITA. Svolge studi e ricerche nell'ambito dell'architettura bioclimatica per l'ottimizzazione dei rapporti dell'architettura con il clima.

Antonella Serafino

Architetto, fino al 2012 è professore a contratto di Tecnologie per l'Ambiente presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Genova, Dottore di Ricerca e European Doctor presso il Politecnico di Milano. Si specializza nella ricerca della sostenibilità del costruito anche alla scala del paesaggio.

Barbara Stasi

Architetto e dottore di ricerca in Architettura, indirizzo Progettazione dell'Architettura. Svolge attività di ricerca e didattica presso il Dipartimento di Scienze per l'Architettura dell'Università degli Studi di Genova. Numerosi

sono i suoi contributi inerenti al progetto urbano e a tematiche relative ai tessuti storici in Italia. È membro della Società Italiana di Tecnologia dell'Architettura.

Lavinia Chiara Tagliabue

Docente di Fisica Tecnica Ambientale al Politecnico di Milano, svolge attività di ricerca a livello nazionale e internazionale nel campo del risparmio energetico e dell'uso delle fonti rinnovabili. Attualmente si occupa di R&D di componenti solari luminescenti (LSC).

Renata Valente

Professore aggregato di tecnologia dell'architettura della Seconda Università di Napoli e visiting scholar al College of Environmental Design dell'Università della California a Berkeley, conduce dal 1984 ricerche sulla riqualificazione degli spazi aperti urbani, delle sponde e delle grandi infrastrutture viarie.

Milagros Villalta Begazo

Laureata in Architettura presso l'Università San Agustín di Arequipa (Perù), dottore di ricerca in Tecnologia dell'Architettura presso l'Università di Firenze, si occupa prevalentemente di tematiche legate alla sostenibilità e all'efficienza energetica degli edifici.



UTET[®]
GIURIDICA



Questo volume sprovvisto del talloncino e da considerarsi
copia fuori commercio come da normativa vigente,
mentre il solo talloncino costituisce prova d'acquisto.

Architettura Edilizia Sostenibilità
Tecnologie solari integrate

(Cod. 00146413)