



LESS IS MORE GREEN

LESS IS MORE GREEN

In un contesto che tende a considerare la sostenibilità, in modo più o meno conscio, quale semplice aggettivazione piuttosto che elemento significante del progetto, questo lavoro si prefigge lo scopo di individuare un metodo in grado di adattarsi alle problematiche introdotte dal nuovo paradigma.

La dissertazione oltre a dare una struttura teorica al rapporto tra minimo e sostenibilità, mira all'individuazione di una serie di modelli operativi e azioni progettuali tali da affrontare il problema della progettazione sostenibile nelle sue diverse declinazioni.

"Less is more green", lo slogan che dà il titolo allo studio, sintetizza una metodologia, quella del minimalismo sostenibile, nella quale il ricorso al concetto di minimo non è legato solo alla dimensione ecologica, ma ha radici più profonde che risiedono nella ricerca di significato all'interno di una complessità il cui aumento esponenziale rischia di trasformarsi da ricchezza in inutile e dannosa ridondanza.



Sapienza, Università di Roma
Dipartimento di Architettura e Progetto - DiAP
Corso di Dottorato in Architettura - Teorie e Progetto
Coordinatore: **prof. Piero Ostilio Rossi**

Dottorando: **Alessandro Zilio**
Ciclo XXXI
Curriculum: A - Architettura Teoria e Progetto
Tutor: **prof. Maurizio Bradaschia**

LESS IS MORE GREEN

Sapienza, Università di Roma
Dipartimento di Architettura e Progetto - DiAP
Corso di Dottorato in Architettura - Teorie e Progetto
Coordinatore: **prof. Piero Ostilio Rossi**

Dottorando: **Alessandro Zilio**
Ciclo XXXI
Curriculum: A - Architettura Teoria e Progetto
Tutor: **prof. Maurizio Bradaschia**

RINGRAZIAMENTI:

Questo dissertazione rappresenta la conclusione di un percorso durato tre anni, intenso e stimolante, ma anche faticoso, che è stato impreziosito dalle persone che lo hanno accompagnato. A loro devo un sentito ringraziamento.

Anzitutto i miei genitori, Alessandra, da cui ho ereditato l'amore per la cultura, e Umberto, che mi ha trasmesso la passione per l'arte e l'architettura, per avermi sempre incoraggiato e sostenuto incondizionatamente, spesso al di là qualsiasi logica e buonsenso. A loro devo quello che sono.

Il professor Maurizio Bradaschia, mentore, maestro e amico, il debito culturale nei confronti del quale non si esaurisce in questo lavoro, ma è infinitamente più profondo e temo non potrà mai essere completamente ripagato.

I professori del collegio docenti del Dottorato di Ricerca in Architettura - Teorie e Progetto che hanno contribuito alla mia formazione ed in particolare la professoressa Alessandra De Cesaris che mi ha accompagnato alla scoperta delle pianure Persiane.

I compagni ed amici del XXXI ciclo: Massimiliano con cui ho condiviso i lunghi viaggi e le altrettanto lunghe serate romane, Valerio con cui sono sopravvissuto alle più malfamate strade di Garmsar, Elisa e Giulia C. sempre alle prese con qualche problema insolubile, ma sempre pronte a regalare un sorriso, Gabriele, Samuel, Micaela, Giulia P., Avin, Sahereh.

Roma, Gennaio 2019

COLLEGIO DOCENTI

Antonino Saggio
Roslaba Belibani
Maurizio Bradaschia
Andrea Bruschi
Orazio Carpenzano
Alessandra Criconia
Alessandra De Cesaris
Federico De Matteis
Paola Veronica Dell'Aira
Gianluca Frediani
Cherubino Gambardella
Anna Giovannelli
Antonella Greco
Andrea Grimaldi
Paola Gregory
Filippo Lambertucci
Domizia Mandolesi
Renato Partenope
Piero Ostilio Rossi
Renzo Lecardane
Simona Salvo
Zeila Tesoriere
Nicoletta Trasi
Nilda Maria Valentin

MEMBRI ESTERNI

Lucio Altarelli
Lucio Barbera
iLuciano De Licio
Marcello Pazzaglini
Franco Purini
Antonella Romano
Guendalina Salimei
Roberto Secchi



Sapienza, Università di Roma
Dipartimento di Architettura e Progetto
Dottorato di Ricerca in Teorie e Progetto
A.A. 2018-2019

INDICE

Premessa e Struttura 7

1.	Sostenibile	13
	1.1 I motivi	14
	1.2 Il concetto di sostenibilità	17
	1.3 La sostenibilità oggi	24
	1.4 Sostenibilità e architettura	25

2.	Minimo	39
	2.1 Minimo e discipline umanistiche	39
	2.2 Minimo e discipline scientifiche	57
	2.3 Minimo e architettura	59
	2.4 Minimo e design	65
	2.5 Gli elementi caratteristici	69
	2.5.1 Materia	69
	2.5.2 Struttura	70
	2.5.3 Significato	71
	2.6 Minimo Semplicità Essenzialità	72

3.	Minimo e Sostenibile	75
	3.1 Perché minimo è sostenibile	75
	3.2 Minimo sostenibile e architettura	81
	3.3 5 punti per il minimo sostenibile	85

4.	Progetto Sostenibile: 5 punti	91
	4.1 Minimo ed Energia	91
	4.1.1 Temperatura Aria Luce	93
	4.1.2 Qualitativo Quantitativo	100
	4.1.3 Centro Comunitario St. Gerold	112
	4.2 Minimo e Spazio	116
	4.2.1 Dimensione	117
	4.2.2 Densità	125
	4.2.3 Flessibilità	133
	4.2.4 Boxhome	136
	4.3 Minimo e Materia	141
	4.3.1 Pesante Leggero	143
	4.3.2 Nuovo stabilimento Ricola	152
	4.4 Minimo e Ambiente	155
	4.4.1 Naturale Culturale	156
	4.4.2 Nuovo Esistente	169
	4.4.3 Centro Culturale Stovros Niar-chos	180
	4.5 Minimo e Tecnologia	185
	4.5.1 Attivo Passivo	188
	4.5.2 Statico Dinamico	199
	4.5.3 B10	203

5.	Didattica e Progetto	213
	5.1 Oggetto e Obiettivi	213
	1.2 Modalità e Strumenti	215
	1.3 Struttura	218
	Conclusioni	225
	Bibliografia	230

La perfezione si ottiene non
quando non c'è più nulla da
aggiungere, ma quando non
c'è più niente da togliere.

Antoine de Saint-Exupéry

Premessa e Struttura

Se per modernità si intende “lo sforzo verso la trasformazione della crisi in valore”¹ certamente il tema della sostenibilità è il paradigma centrale della contemporaneità.

La natura interdisciplinare ed universale del concetto, sebbene sottesa fin dalla sua prima definizione (1987 - Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo - Rapporto Brundtland), risulta evidente nell'evoluzione del significato che il concetto ha avuto negli ultimi trent'anni.

Si tratta di un problema complesso, probabilmente il primo problema complesso con valenza universale, individuato dopo la rivoluzione industriale che mette in crisi il primato di matrice illuministica, dell'approccio logico basato sulla divisione per sfere di sapere.

Un paradigma per cui le connessioni e le interazioni tra i campi (intendendo per campo quello teorizzato da Bourdieu) sono fondamentali quanto i contenuti degli stessi.

Ciò rende necessario un cambio metodologico in cui le soluzioni non possono essere ottenute solamente attraverso la somma di soluzioni distinte di singoli sottoproblemi, ma vanno ricercate globalmente nelle connessioni tra i diversi ambiti.

La conseguenza di questa trasformazione è da un lato l'aumento esponenziale della complessità dei processi, dall'altro una perdita di significato del concetto stesso di limite della materia che investe tutte le aree del sapere umano, compresa l'architettura.

Porsi il problema della sostenibilità quindi significa porsi un problema di metodo, di processo prima che di regole, forma, tecnica, tecnologia.

Esiste una tendenza transdisciplinare che va dalle scienze fisico-matematiche all'ingegneria, dalle arti liberali al design, dalla letteratura alla tecnologia che individua il mini-

1. Cit. Saggio A., Architettura e Modernità. Dal Bauhaus alla Rivoluzione Informatica, Carocci, Roma, 2010

◁ Ad Reinhardt - Abstract Painting (1960 - 1966) 60 x 60

Fonte: collezione Guggenheim

mo, inteso come strumento teorico che supporta una comprensione differenziata del concetto di riduzione, quale metodo per la gestione di problemi complessi. In quest'ottica lo scopo della ricerca è la definizione e la verifica di un approccio, quello minimalista, quale possibile soluzione al problema della sostenibilità nella sua declinazione architettonica.

Concetto di riferimento:

Il concetto di riferimento è quello di minimo inteso non nella sua accezione semplicistica, come mera riduzione delle caratteristiche esteriori, ma nella sua accezione più profonda come metodo che attraverso la tensione all'essenzialità permette la gestione della complessità.

Contrariamente ai luoghi comuni, non si tratta di un'operazione esclusivamente razionalista, ma di un approccio fortemente creativo.

Come ben sintetizza il musicista jazz Charles Mingus la creatività consiste nel "trasformare ciò che è complicato in qualcosa di semplice, incredibilmente semplice" ².

In ambito progettuale questo si traduce in una "ricerca dell'essenzialità intesa come razionalizzazione del progetto, atta a ridurre ed eliminare gli elementi superflui, tanto fisico-linguistici quanto spaziali-dimensionali, rispetto alle necessità che danno efficacia all'opera" ³.

Un approccio al progetto che si basa sulla riduzione come tecnica e ricorre alla nozione di minimo per definire le componenti dell'essenzialità.

Si tratta di una tendenza transdisciplinare la cui ricaduta architettonica non rappresenta solo la riduzione al minimo dei tratti formali, ma il segnale di un'aspirazione profonda all'indagine sul significato delle cose.

"Less is more green", lo slogan che dà il titolo allo studio, sintetizza un approccio al progetto in cui il ricorso al concetto di minimo non è legato solo alla componente ecologica, ma ha radici più profonde che risiedono nella ricerca di un metodo che permetta di orientarsi all'interno di una complessità il cui aumento esponenziale rischia di trasfor-

2. Cit. Manocchio A., Il manuale degli aforismi, Passerino Editore, Gaeta, 2017

Citazione completa: "Rendere complicato ciò che è semplice è cosa banale; trasformare ciò che è complicato in qualcosa di semplice: questa è creatività"

3. Cit. Bradascchia M., La Costruzione dell'Architettura, LetteraVentidue, Palermo, 2014

marla da ricchezza ad inutile e dannosa ridondanza.

Si tratta di un modus operandi, compatibile con il nuovo paradigma, che consente di approcciare il problema progettuale qualsiasi siano scala, natura e obiettivi.

Si tratta di un modus operandi, compatibile con il nuovo paradigma, che consente di approcciare il problema progettuale qualsiasi siano scala, natura e obiettivi.

Esso rappresenta una tendenza, le cui origini si possono individuare negli anni settanta nel lavoro di progettisti come Richard Buckminster Fuller, Dieter Rams e la cui evoluzione è visibile nell'opera di diversi autori contemporanei.

Sebbene il richiamo teorico più esplicito a questa tendenza sia fatto da Norman Foster egli è il rappresentante più tecnologico di una tendenza che, a livello progettuale, con declinazioni anche tra loro eterogenee, è riscontrabile nell'opera di autori contemporanei come Thomas Herzog, Renzo Piano, Jacques Herzog e Pierre de Meuron, John Pawson, Sami Rintala, Werner Sobek.

Struttura della ricerca:

La ricerca si struttura in tre parti. La prima, di analisi, ha lo scopo di definire l'oggetto di indagine e gli strumenti.

Essa comprende due capitoli: uno relativo all'evoluzione del concetto di sostenibilità, uno relativo al concetto di minimo.

Nel primo si delinea l'evoluzione dell'idea di sostenibilità negli ultimi trent'anni, si definiscono i modelli di riferimento e si evidenziano le ricadute architettoniche generate da queste trasformazioni.

Nel secondo, attraverso l'analisi dell'applicazione dell'idea di minimo in diversi ambiti, si indagano i concetti alla base di opere delineate come minime, le caratteristiche ricorrenti e la loro compatibilità col paradigma della sostenibilità.

La seconda parte, sviluppata nel terzo e quarto capitolo, è finalizzata alla definizione dei principi dell'approccio minimalista al problema della sostenibilità in architettura. In essa si procede alla definizione del metodo, dei suoi principi di base e all'analisi delle sue

ricadute qualitative e quantitative sul progetto.

Lo studio definisce i cinque punti del minimalismo sostenibile: energia, spazio, materia, ambiente, tecnologia, per ognuno dei quali vengono illustrate le strategie sottese all'applicazione dei diversi metodi di riduzione.

Per ognuno di questi ambiti l'analisi procede su due livelli: una premessa di tipo teorico in cui si evidenziano i concetti chiave di riferimento ed una successiva parte analitico-descrittiva in cui, attraverso l'illustrazione di casi studio, si illustrano le ricadute progettuali e si indagano gli aspetti quantitativi in termini di efficienza energetica e ricadute in ambito ambientale ed economico.

Sebbene il paradigma della sostenibilità abbia come postulato imprescindibile la necessità di lavorare contemporaneamente sui diversi campi e sulle loro connessioni, l'impostazione scelta ha lo scopo di individuare ed illustrare una serie di strategie implementabili in modo coordinato e sinergico all'interno del progetto.

La terza parte è dedicata alle conclusioni della ricerca e alla proposta di un possibile percorso didattico per diffondere a livello universitario e professionale il metodo del minimalismo sostenibile.

Obiettivi:

Sebbene la diffusione del concetto di sostenibilità sia ormai evidente anche all'interno del dibattito architettonico sia a livello accademico che professionale, esiste un tendenza di fondo che relega il tema a semplice aggettivazione piuttosto che elemento significativo del progetto.

Questo atteggiamento ha condotto ad una produzione architettonica che invece di fare proprie le specificità del novo paradigma ha fatto ricorso ad una autoreferenziale attribuzione di sostenibilità quale strumento per attribuire dignità e valore ad opere e manufatti mediocri sia dal punto di vista compositivo che tecnico.

La ricerca, partendo dalla dimostrazione della sostenibilità quale paradigma centrale della contemporaneità, indaga le potenzialità del ricorso al minimalismo, inteso come

insieme differenziato dei diversi processi di riduzione, quale metodo adatto per affrontare le istanze ad essa legate.

In particolare il lavoro, attraverso l'evidenziazione e l'analisi organica di una tendenza in atto, si prefigge lo scopo di fornire un quadro sistemico dei processi e degli strumenti che caratterizzano il metodo, sotteso all'approccio minimalista la tema della sostenibilità.

1.

Complicare è facile, semplificare è difficile.

Per complicare basta aggiungere, tutto quello che si vuole: colori, forme, azioni, decorazioni, personaggi, ambienti pieni di cose. Tutti sono capaci di complicare. Pochi sono capaci di semplificare.

Bruno Munari

Sostenibile

1. Termine tedesco che letteralmente significa "spirito del tempo". Il concetto viene utilizzato nella storiografia filosofica otto-novecentesca, per indicare la tendenza culturale predominante di una determinata epoca.

Nella filosofia Hegeliana lo zeitgeist rappresenta l'influenza primaria sull'individuo, lo spirito oggettivo che ordina le sue esperienze. Da qui l'idea che la produzione culturale, artistica, filosofica di una certa epoca possa essere intesa solo come un prodotto dello spirito del tempo di un particolare momento storico.

È considerazione, ormai largamente condivisa, che la sostenibilità non sia un'idea statica, ma un concetto dinamico finalizzato a coniugare e mantenere in equilibrio ambiti differenti.

Nata negli anni '70, in virtù di istanze prevalentemente ecologiste basate sulla consapevolezza dell'incompatibilità tra il modello di produzione e consumo delle società industrializzate e l'ambiente, si è evoluta, tra la fine degli anni ottanta e gli anni novanta, in una visione integrata di tre dimensioni strettamente correlate: ambientale, economica e sociale.

La trasformazione in concetto multidimensionale e multidisciplinare, la cui complessità sta più nelle capacità di comprendere e governare le interconnessioni tra diversi ambiti che gli ambiti stessi, ha comportato la mancanza di una declinazione univocamente condivisa dell'idea e quindi un certo grado di aleatorietà.

In quest'ottica la sostenibilità è un paradigma più nell'accezione di "zeitgeist"¹ che in quella leibniziana di "principio ordinante".

Questo fatto, assieme alla capacità di penetrazione legata all'istanza della necessità, l'ha resa un concetto estremamente appetibile, soprattutto nella sua accezione ecologica, per i settori della pubblicità e marketing.

Non esiste probabilmente ambito dell'attività umana a cui, a partire dai primi anni novanta del novecento, non sia stato accostato l'aggettivo sostenibile o a cui non sia stato aggiunto il prefisso green.

Se da un lato ciò ha comportato una ricaduta positiva, in termini di velocità ed universalità di diffusione culturale del principio, dall'altro l'utilizzo contraddittorio e spesso acri-

tico, ha determinato una perdita di significato dovuta alla mancanza di riferimenti certi. L'architettura non ha fatto eccezione: esiste una vastissima produzione di opere definite o autodefinte sostenibili connotate da linguaggi, materiali, tecnologie e metodologie progettuali talmente differenti e spesso apertamente contraddittorie che risulta lecito chiedersi fino a che punto esse siano il frutto di approcci ragionati, legati a differenti interpretazioni e all'evoluzione del concetto di sostenibilità o non piuttosto abusi della disciplina che la svuotano di significato in nome di una facile ed autoreferenziale giustificazione di scelte progettuali arbitrarie.

È pertanto importante analizzare l'evoluzione dell'idea di sviluppo sostenibile, sia nella sua dimensione multidisciplinare sia nella sua declinazione architettonica, per individuare gli elementi distintivi.

In questa trattazione non si intende svolgere una approfondita analisi cronologica di tutte le dichiarazioni internazionali e degli apparati legislativi inerenti alla sostenibilità, e neppure di tutte le varie tendenze legate al concetto di architettura sostenibile, l'obiettivo è analizzare l'evoluzione del concetto e le ricadute in campo architettonico, sottolineando gli elementi fondamentali e significativi ai fini della ricerca.

1.1 I motivi²

Gli ultimi cento anni sono stati caratterizzati da una crescita esponenziale della popolazione e da un contemporaneo spostamento verso un sistema economico ad alta intensità di risorse mai visto prima nella storia dell'umanità. Questa tendenza è tutt'ora in corso, basta guardare i dati graficizzati nelle pagine successive per rendersene conto.

La popolazione attuale è composta da circa sette miliardi di persone contro i novecento milioni di cento anni fa ed è destinata, sebbene il tasso di crescita annuale stia diminuendo, a superare gli undici miliardi nel 2100, con buona pace di Malthus.

Dal 1900 il consumo di energia primaria è cresciuto di quattordici volte, la produzione di CO₂ di diciotto, il consumo annuale di materiali di dieci volte, quello di acqua potabile di cinque, la temperatura media del pianeta è aumentata di circa un grado. Tutti i grafici mostrano un trend di crescita esponenziale. A questo aumento del consumo di

2. Tutti i dati riportati nel presente paragrafo sono tratti da OurWorldInData.

Si tratta di pubblicazione digitale che presenta ricerche empiriche e dati che mostrano l'evoluzione delle trasformazioni globali di diversi ambiti.

È stata sviluppata all'Università di Oxford da Max Roser, storico sociale ed economista dello sviluppo. link: <https://ourworldindata.org>

risorse non ha corrisposto un proporzionale aumento di benessere globale. Attualmente più del 10% della popolazione mondiale vive con meno di due dollari al giorno e l'1% della popolazione detiene più ricchezza del restante 99%. I decessi riconducibili all'inquinamento dell'aria sono stimati in 4,23 milioni nel 2016 (di cui più del 50% in Asia) in aumento del 24,8% rispetto al 1990.

Questo sistema non ha generato solo una crisi ambientale, ma una crisi sistemica più profonda in cui gli aspetti ambientali si intrecciano con istanze sociali ed economiche. Se gli effetti umani sull'ambiente sono talmente evidenti e rilevanti da spingere il premio nobel per la chimica Paul Crutzen a definire l'epoca geologica in cui stiamo vivendo "Antropocene"³ è del tutto palese che quelli in ambito economico e sociale non sono meno significativi. Basti pensare alle tensioni geopolitiche e alle guerre nelle aree con grandi riserve di combustibili fossili come il medio oriente e ai flussi migratori da paesi sottosviluppati verso i paesi ricchi.

La complessità del fenomeno risiede nelle connessioni fra ambiti, ne consegue che, non necessariamente interventi che hanno ricadute positive su uno specifico ambito, abbiano ricadute positive anche sugli altri.

Per esempio è sicuramente positivo dal punto di vista sociale ed economico che la percentuale di popolazione mondiale che ha accesso all'energia elettrica, dal 1990 al 2014, sia passata dal 73,45% all'85,34%, e che il numero di individui che vivono in condizione di estrema povertà sia passato dal 36,91% al 9,6%, tuttavia nello stesso periodo il consumo energetico di energia primaria è aumentato del 35% e le emissioni di CO₂ sono aumentate del 38%. Nello stesso arco temporale il consumo di energia primaria in Europa è diminuito del 11% mentre in Africa è aumentato del 95%, in Asia addirittura del 205%. Questi dati nascondono una enorme complessità di variabili che li rende di difficile lettura e che servono ad evidenziare come sia molto difficile capire le ricadute dei diversi interventi a livello complessivo.

In questo quadro il settore delle costruzioni ha un peso decisivo. La sola produzione mondiale di cemento causa attualmente circa il 6% della produzione mondiale di CO₂, 2031 milioni di tonnellate, con punte del 10% in Asia.

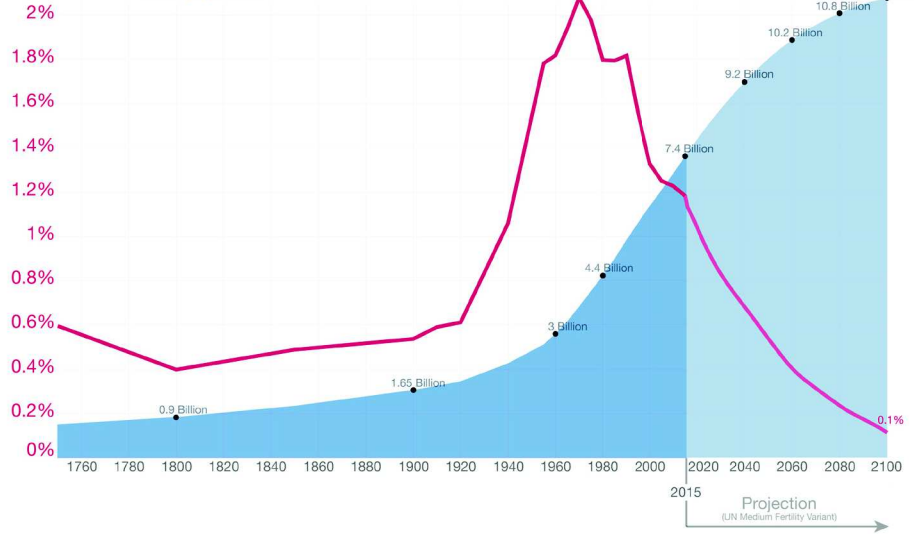
Stimare l'effettiva incidenza degli edifici sui consumi energetici globali e sulle emissioni

3. Cit. Crutzen P., Benvenuti nell'Antropocene. L'uomo ha cambiato il clima, la Terra entra in una nuova era, Mondadori, Milano, 2000

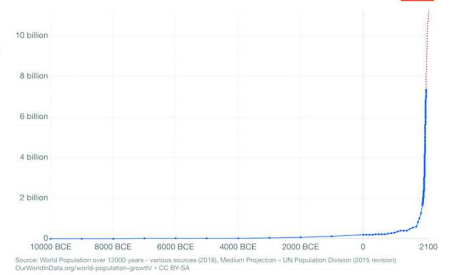
Il termine Antropocene in realtà è stato coniato negli anni ottanta dal biologo Eugene F. Stoermer e successivamente adottato dal Premio Nobel per la chimica Paul Crutzen nel testo di cui sopra.

World population growth, 1750-2100

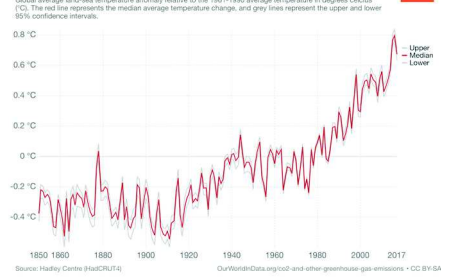
Annual growth rate of the world population
World population



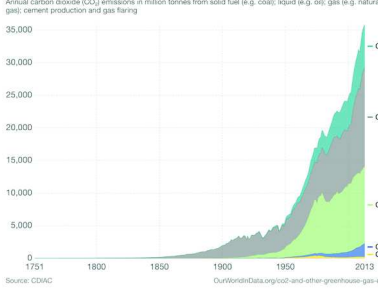
World Population over the last 12,000 years and UN projection until 2100



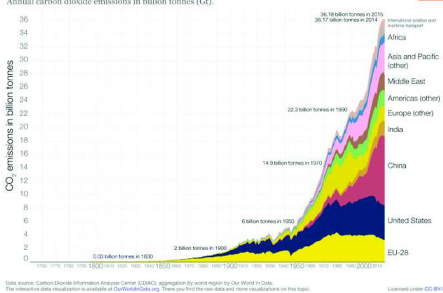
Temperature anomaly from 1961-1990 average, Global



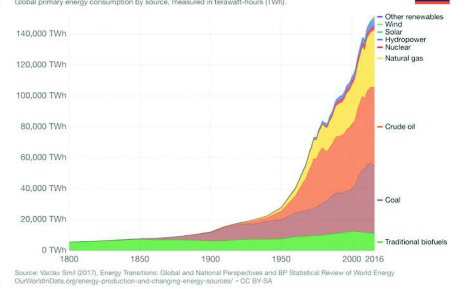
CO₂ emissions by source, World



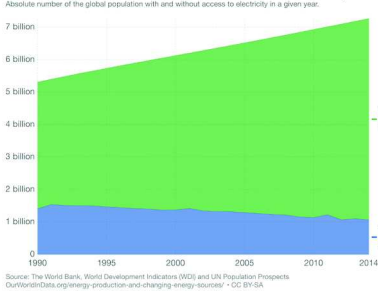
Global CO₂ emissions by world region, 1751 to 2015



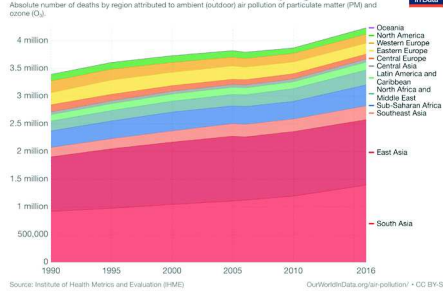
Global primary energy consumption



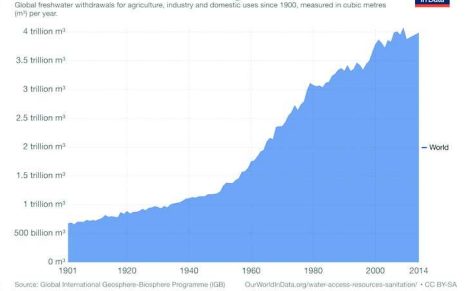
Number of people in the world with and without electricity access



Annual deaths from outdoor air pollution by region



Global freshwater use over the long-run

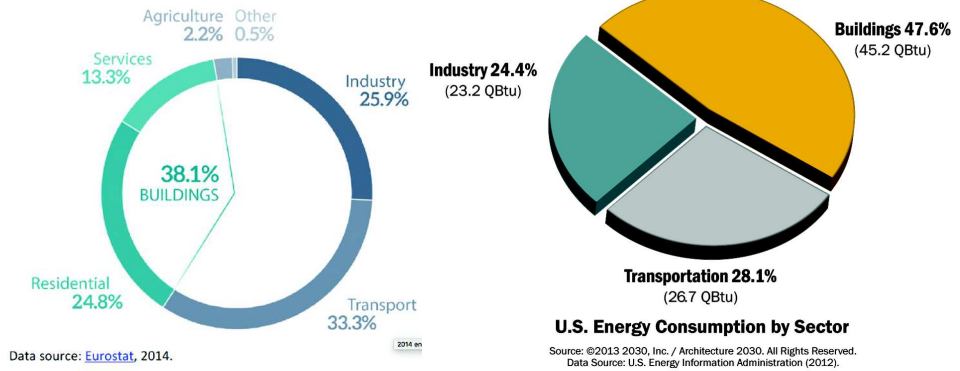


◁ Grafici evolutivi inerenti consumi energetici, fattori ambientali e sociali a livello mondiale.

Fonte: Our World in Data.

▷ Grafici comparativi inerenti consumi energetici, per settore.

Fonti: Eurostat, "Architecture 2030"



è molto complesso perché i tradizionali metodi di raccolta e segnalazione dei dati sull'energia e sulle emissioni di CO₂ generalmente distribuiscono il loro impatto in vari settori, tra cui quello industriale, commerciale, residenziale, dei trasporti e dell'elettricità. Uno studio molto interessante, che combina i dati relativi agli edifici contenuti in ciascun settore creando un unico macrosettore edilizio, è stato svolto da "architettura 2030" sulla base dei dati forniti dall'"US Energy Information Administration (EIA)". Esso evidenzia che il settore edilizio consuma quasi la metà (47,6%) di tutta l'energia prodotta annualmente negli Stati Uniti, che il 75% di tutta l'elettricità prodotta viene utilizzato esclusivamente per la gestione gli immobili e che il 44,6% della produzione di CO₂ è riconducibile ad essi. Se si considera che tendenzialmente gli immobili nord americani sono più energivori di quelli europei, ma molto più performanti di quelli ad esempio dei paesi BRICS, si può dedurre che globalmente queste percentuali possono essere anche maggiori.

1.2 Il concetto di sostenibilità

La conferenza ONU di Stoccolma, sull'ambiente umano del 1972, rappresenta un primo stadio istituzionale del dibattito sulle ripercussioni negative del modello di crescita all'e-

poca dominante sull'ambiente naturale e sulla impossibilità che esso fosse seguito da parte di molti paesi del sud del mondo. Sebbene non compaia ancora esplicitamente il concetto di sviluppo sostenibile nel documento finale noto come "Dichiarazione di Stoccolma" venivano individuati 26 principi sulle responsabilità dell'uomo in relazione all'ambiente. Tra questi i più significativi sono: il principio di equità, inteso come principio etico che, oltre ad affrontare il tema del diritto di accesso alle risorse naturali da parte di tutte le comunità umane, introduce il tema della responsabilità nei confronti delle generazioni future e quello di conservazione delle risorse naturali.

Il principio di sviluppo sostenibile deve la sua definizione classica al rapporto "Our Common Future", meglio conosciuto come Rapporto Brundtland, del 1987. Si tratta di un documento redatto dalla commissione mondiale Ambiente e Sviluppo su mandato dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite.

La parte più nota e citata della definizione è certamente quella per cui lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che "soddisfa i bisogni del presente senza compromettere le possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri"⁴.

Il concetto è esplicitato in modo articolato nella parte 1, capitolo 2.1 del rapporto, ed è definito attraverso una serie di elementi base che sanciscono la natura multidisciplinare del concetto.

Si tratta di un approccio secondo cui ambiente e sviluppo non possono più essere considerati ambiti separati, e che sottende l'importanza di tenere in considerazione le relazioni esistenti a livello ambientale, economico, sociale e tecnologico.

È un modello di sviluppo in cui la necessità di utilizzare le risorse naturali del pianeta in termini di equità generazionale ed intergenerazionale instaura una condizione di equilibrio dinamico tra le sue componenti.

"Lo sviluppo sostenibile, lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali"⁵.

Sebbene la scelta del termine sostenibilità, come evidenziato da Y. Jabareen, sia mutuata da studi ecologici, e faccia riferimento al "potenziale di un ecosistema di sussistenza"

4. Cit. Report of the World Commission on Environment and Development, WECF 1987

5. Cit. Report of the World Commission on Environment and Development, WECF 1987

stere nel tempo senza alcun cambiamento"⁶, si tratta di una visione antropocentrica in cui il cuore della questione non è la sopravvivenza e il benessere delle specie viventi, ma esclusivamente quello dell'uomo. L'idea dominante è che la capacità ambientale di soddisfare i bisogni dell'uomo sia legata preminentemente a limiti di natura tecnologica e di organizzazione sociale, "... non limiti assoluti ma limiti imposti dallo stato attuale della tecnologia e organizzazione sociale sulle risorse ambientali e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti di attività umane."⁷.

6. Cit. Jabareen Y., A new Concept framework for Sustainable Development, Springer, Berlino 2008, p. 181

7. Cit. Report of the World Commission on Environment and Development, WECF 1987

8. Il termine carrying capacity indica la capacità portante dell'ambiente, cioè la capacità di un ambiente e delle sue risorse di sostenere un certo numero di individui. Si tratta di un argomento studiato in diverse discipline per valutare l'evoluzione temporale di una specie in diretta relazione ai fattori limitanti del territorio in cui vive.

9. Cit. Lombardini G., Visioni della sostenibilità: Politiche ambientali e strumenti di valutazione, Franco Angeli Edizioni, Milano 2016 par 5.3

Il superamento della definizione classica avviene grazie al rapporto "Caring for the Earth" del 1991 curato dal programma ambientale delle Nazioni Unite e dal WWF, poi per larga parte fatto proprio dalla Conferenza di Rio delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo sviluppo Sostenibile del 1992, noto come "l'Earth Summit". In esso lo sviluppo sostenibile viene definito come "miglioramento della qualità della vita senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi."

L'innovazione è legata all'introduzione di due concetti: quello di ecosistema e quello di "carrying capacity"⁸. Secondo tale definizione lo sviluppo sostenibile permette il soddisfacimento dei bisogni umani solo nei limiti delle capacità di carico degli ecosistemi che lo sostengono. Si tratta di una importante ridefinizione del concetto di limite che pone in primo piano le capacità di carico degli ecosistemi rispetto alle innovazioni tecnologiche e sociali. Questo sancisce il passaggio come sostenuto da Teddy Goldsmith "da una visione basata sull'antropocentrismo ad una visione biocentrica"⁹.

Porre alla base il concetto di ecosistema è particolarmente interessante sotto due punti di vista: in primo luogo perché, riconoscendo i processi antropici come parte integrante degli ecosistemi nei quali sono immersi, lega la sostenibilità alla teoria dei sistemi complessi: teoria che presuppone la stabilità e la prevedibilità dei processi, in secondo luogo perché introduce il concetto di resilienza a fianco a quello di resistenza. Se con stabilità di resistenza di un ecosistema si definisce la sua capacità di resistere ad una perturbazione, ad esempio l'inquinamento, mantenendo la sua stabilità e le sue funzioni intatte, la capacità di resilienza definisce la capacità di recupero quando il sistema viene modificato da una perturbazione. In definitiva è il tempo necessario per recuperare, ricostruire il sistema.

Il Vertice Mondiale delle Nazioni Unite per lo sviluppo sociale, tenutosi a Copenaghen nel 1995, si è concentrato sulla valenza sociale del concetto. Nella relazione finale a fianco dell'ormai acquisito concetto di sostenibilità ambientale, vengono resi espliciti ed accostati i concetti di sostenibilità economica e sostenibilità sociale.

I tre elementi possono essere così definiti:

- Sostenibilità ambientale: la capacità di preservare nel tempo le tre principali funzioni degli ecosistemi: funzione di fornitore di risorse, funzione di ricettore di rifiuti e funzione di fonte diretta di utilità.
- Sostenibilità economica: la capacità di un sistema economico di generare una crescita duratura degli indicatori economici, in particolare, la capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento delle popolazioni.
- Sostenibilità sociale : la capacità di garantire condizioni di benessere umano, sicurezza, salute, istruzione, equamente distribuite per classi e per genere.

In questo modo si sancisce in maniera definitiva il passaggio dell'idea di sostenibilità ad una dimensione etica e politica, affermando in modo esplicito il principio noto come equilibrio delle tre E: ecologia, equità, economia.

La tridimensionalità esplicita tuttavia introduce un altro tema fondamentale, quello della priorità tra dimensioni. Questo ha dato origine a diversi modelli che sottendono diversi modi di intendere il concetto di sostenibilità.

Il modello di Custance e Hilier¹⁰, noto come "Three-ring circus model" presenta un'idea di sostenibilità basata sul compromesso. In esso si evita di stabilire una gerarchia predefinita di priorità e di definire le dipendenze tra le istanze. I tre cerchi intersecati rappresentano l'indissolubile intersezione tra le tre dimensioni; l'area centrale del diagramma in cui tutte le circonferenze si intersecano rappresenta il bilanciamento tra le diverse istanze e quindi la sostenibilità.

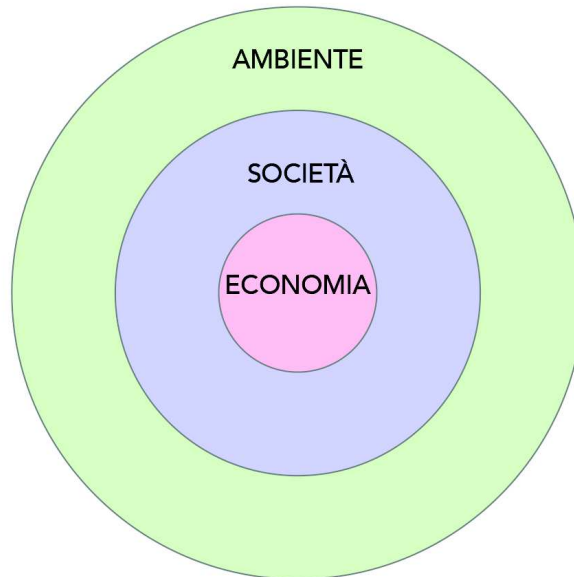
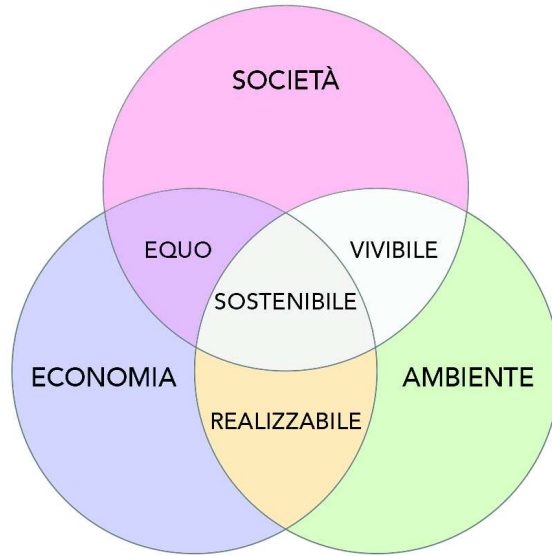
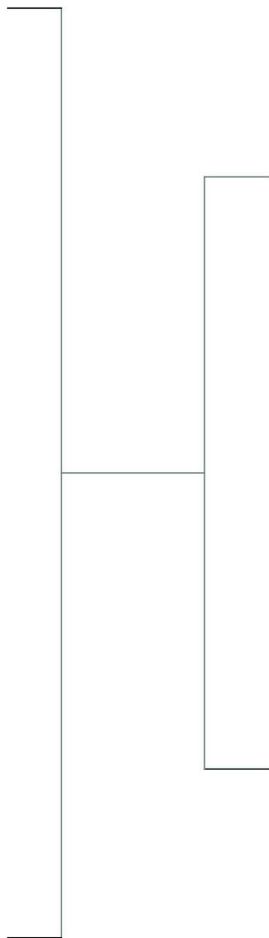
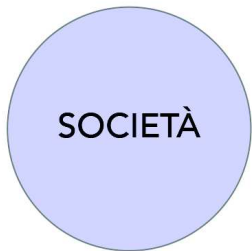
In contrapposizione all'estremamente flessibile "Three-ring circus model" R. Levett propone un approccio basato proprio sulla definizione gerarchica. I tre cerchi concentrici indicano l'idea che l'ambiente, nel senso ecologico del termine, sia la precondizione

▷ Schemi comparativi dei diversi approcci teorici al tema della sostenibilità.

10. Cit. Custance J., Hilier H., Statistical issues in developing indicators of sustainable development, pubblicato all'interno di Journal of the Royal Statistical Society vol. 116 n. 3, 1998, p. 281 - 290

AMBITI

MODELLI DI INTERAZIONE



SOSTENIBILITÀ DEBOLE

SOSTENIBILITÀ FORTE

per il soddisfacimento di qualsiasi altro bisogno e che l'economia sia dipendente dalla società. Il "Russian doll model"¹¹ è un modello in cui nessuna delle costanti è opzionale e nel quale il limite è ben definito e coincide con i limiti ambientali.

Il concetto di tridimensionalità viene acquisito nella dichiarazione ufficiale "United Nations Millenium Declaration" e si riferisce esplicitamente alla "responsabilità di promuovere e rafforzare i tre pilastri inseparabili dello sviluppo sostenibile, la protezione dell'ambiente e lo sviluppo economico e sociale, a livello locale, nazionale, continentale e globale"¹².

Il Vertice Mondiale sullo sviluppo Sostenibile (WSSD) tenutosi a Johannesburg nel 2002 pone l'accento su tre aspetti fondamentali: la distinzione tra sviluppo e crescita economica, la multidimensionalità delle relazioni e la necessità di integrazione tra sostenibilità sociale, ambientale, economica, pensiero globale - azione locale.

La riflessione sulla complessità delle relazioni e la necessità di integrazione tra ambito sociale, economico e ambientale serve ad esplicitare chiaramente l'assunto che questi non devono essere considerati come aspetti indipendenti, ma devono essere analizzati in una visione sistemica in cui la loro interazione, contribuisce al raggiungimento di uno stato di equilibrio dinamico. A questa riflessione non segue, tuttavia, la definizione di un modello di riferimento.

L'approccio pensiero globale - azione locale introduce in modo esplicito il problema della scala. Esso è un modello per cui, all'interno di una visione globale e condivisa, si prevede il perseguimento degli obiettivi propri della sostenibilità attraverso un insieme composito di azioni su scale diverse.

Questo introduce un aspetto meritevole di approfondimento, infatti, se privilegiare solo due dimensioni significa avere una visione non sostenibile e parziale dello sviluppo in un'ottica solo conservazionista (sviluppo economico ed ambientale), ecologica (sviluppo ambientale e sociale), socio economica (sviluppo economico e sociale) è chiaro che differenti scale di intervento presuppongono "pesi" differenti delle tre dimensioni e gradi differenti di complessità nelle loro interrelazioni.

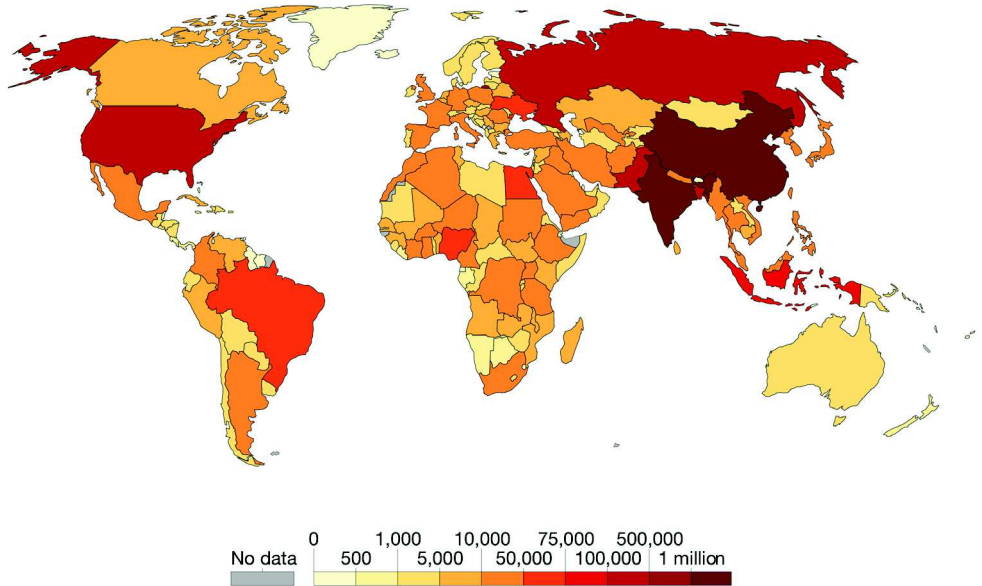
Nel vertice Johannesburg nel 2002 l'attenzione si è spostata dalla definizione del concetto generale, alla definizione dei tre pilastri che lo compongono oltre alla ricerca di

11. Cit. Levett R., Sustainability indicators - integrating quality of life and enviromental protection, pubblicato all'interno di Journal of the Royal Statistical Society Vol. 166 n. 3, 1998, p. 291 - 302

12. Cit. Dichiarazione delle nazioni Unite "United Nations Millenium Declaration", 2000

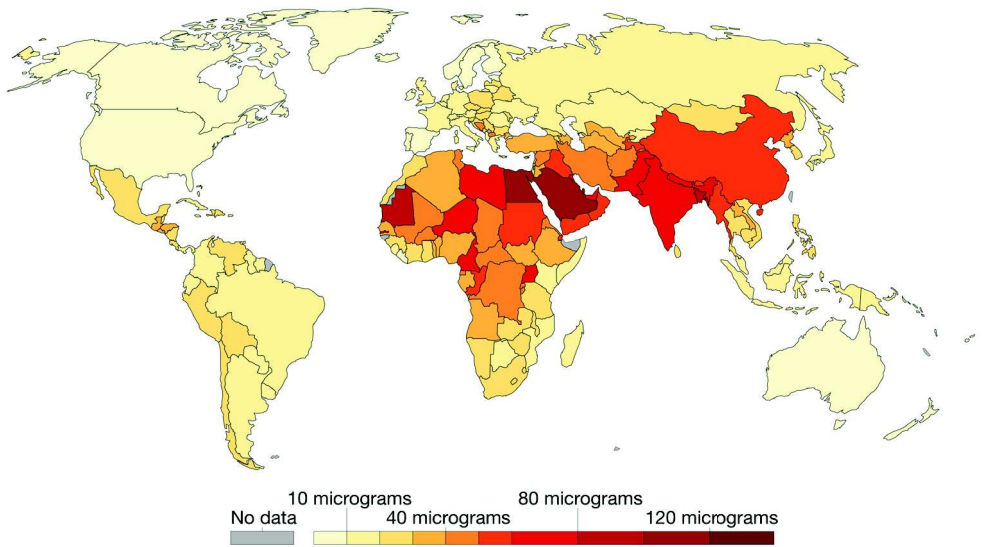
▷ Rappresentazione grafica del numero di decessi in valore assoluto attribuiti all'inquinamento dell'aria. Anno 2016.

Fonte: OurWorldInData.



▷ Rappresentazione grafica esposizione annuale a PM2.5 (microgrammi per metro cubo) Anno 2016.

Fonte: OurWorldInData.



sintetizzare gli obiettivi cui lo sviluppo sostenibile deve tendere. Nel 2015 le Nazioni unite hanno approvato l'agenda globale per lo sviluppo sostenibile che contiene gli obiettivi da raggiungere entro il 2030.

Si tratta di 17 obiettivi articolati in 169 target, che in linea con la natura stessa di sviluppo sostenibile hanno un carattere universale che va dallo sconfiggere la fame, alla parità di genere, al consumo e produzione responsabili fino alle misure per i cambiamenti climatici.

1.3 La sostenibilità oggi

L'analisi dell'evoluzione storica dell'idea di sviluppo sostenibile rende evidente l'esponenziale dilatazione dei limiti del concetto fino a diventare una sorta di idea universale, come già detto, un paradigma nell'accezione di "zeitgeist" .

Più che ad una definizione univoca del concetto di sostenibilità in questa trattazione si è interessati alla definizione di alcune caratteristiche fondamentali che lo connotano e che, come vedremo, hanno ricadute dirette anche in ambito architettonico: complessità, multidimensionalità, ecosistemicità, dinamicità.

Complessità.

La sostenibilità è equilibrio di sistemi complessi quindi richiede soluzioni per connessione di sottosistemi.

Multidimensionalità.

La sostenibilità è multidimensionale perché implica istanze ambientali, sociali ed economiche.

Ecosistemicità.

La sostenibilità è ecosistemica perché presuppone l'interdipendenza di componenti biotiche ed abiotiche. L'equilibrio dei sistemi complessi si persegue lavorando per re-

sistenza e per resilienza,

Dinamicità.

La sostenibilità è un concetto che evolve costantemente, quindi è funzione del tempo. Essa dipende dalle condizioni al contorno, sia quelle biotiche che quelle abiotiche. In linea di principio non è detto che ciò che è sostenibile oggi lo sarà anche domani.

Un approfondimento merita la scelta del modello di riferimento. Come indicato nel precedente paragrafo, possono essere individuati due modelli fondamentali di sostenibilità il "Three-ring circus model", cui fanno riferimento i teorici della sostenibilità debole ed il "Russian doll model" alla base del concetto di sostenibilità forte.

Non si può affermare che uno sia preferibile rispetto ad un altro in valore assoluto, molto dipende dalle condizioni al contorno dello specifico luogo e momento storico.

Nel periodo attuale la crisi ambientale, come dimostrano i dati sull'inquinamento, consumi energetici e cambiamenti climatici, assume un ruolo preminente, pertanto un modello di sostenibilità forte è sicuramente più adatto. Questo è il modello di riferimento adottato in questo studio.

È comunque legittimo chiedersi se il modello di sostenibilità forte sicuramente valido per i paesi Nord Americani, Europei e dell'Asia Pacifica, che assieme consumano il 85% dell'energia mondiale prodotta, possa essere valido anche per aree geografiche come quella africana che complessivamente consuma solo il 3% dell'energia mondiale prodotta. Anche se in prima istanza una risposta negativa può sembrare scontata, i dati relativi all'inquinamento dell'aria e al numero di decessi dovuti all'inquinamento ambientale fanno propendere per una risposta affermativa.

1.4 Sostenibilità e architettura

Nei paragrafi precedenti si è evidenziato come lo di sviluppo sostenibile, lungi dall'essere un concetto giunto alla sua piena definizione, sia il frutto di una evoluzione com-

plessa e non lineare.

Per quanto concerne la sua declinazione architettonica esistono differenti teorie sulle origini temporali del movimento, ciò è legato al fatto che, a tutt'oggi, sotto la definizione di "architettura sostenibile" coesistono molteplici approcci anche estremamente eterogenei, che sono riconducibili ad origini differenti.

La prima cosa che ci si dovrebbe chiedere è se abbia senso parlare di architettura sostenibile per il periodo antecedente alla prima definizione di sostenibilità (1987). A riguardo esistono due tendenze contrapposte: una più restrittiva, che parla di architettura sostenibile solo per opere successive alla definizione del rapporto Burtland, ed una più inclusiva che comprende anche opere del periodo preindustriale .

Kenneth Frampton, nella quarta edizione della "Storia dell'architettura moderna", esemplifica la prima posizione, infatti la prima opera citata nella parte dedicata all'argomento è il "Sadirb Island School"¹³ di Patksu Architects (1988 - 1991).

Altri autori arrivano ad individuare le radici della sostenibilità nelle architetture preindustriali e più precisamente in quelle soluzioni studiate per adattare gli edifici e gli insediamenti artificiali al clima delle aree in cui si collocavano.

In linea con l'analisi dell'evoluzione del concetto di sostenibilità fatta in precedenza, facendo riferimento alla dichiarazione di Stoccolma del 1972, risulta più corretto un approccio che colloca l'inizio del fenomeno dell'architettura sostenibile nei primi anni '70. Se si esamina infatti quella che Bernard Rudofsky definisce "architettura spontanea"¹⁴ risulta evidente che le forme architettonico - edilizie appartenenti alla tradizione preindustriale presentano un'ampia varietà di accorgimenti e strategie, molto interessanti, finalizzate alla massimizzazione delle condizioni di comfort in funzione dell'ambiente in cui si collocavano, minimizzando l'energia impiegata.

Si tratta di un approccio passivo al problema della forma in architettura, che tuttavia non può essere inteso come approccio sostenibile, ma piuttosto come il semplice tentativo di "definire condizioni di comfort attraverso gli strumenti e le tecnologie a disposizione"¹⁵.

Esse non sottendono alcun ragionamento legato, né alle crisi che hanno condotto alla definizione del concetto di sostenibilità, né a quei punti fondamentali che connotano il

13. Cit. Frampton K., Storia dell'architettura moderna IV edizione, Zanichelli, Bologna, 2017, p 428

14. Cit. Rudofsky K., Le meraviglie dell'architettura spontanea, Editori L'arzerza, Bari, 1979

Col termine architettura spontanea (non-pedigreed architecture) lo storico e architetto Bernard Rudofsky descrive tutte quelle forme architettoniche archetipiche e più o meno arcaiche, che vanno dalle tende dei popoli nomadi alle tombe celtiche fino ai portici come dispositivo, che non sono attribuibili ad un progettista o ad un autore specifico.

15. Cit. Penna M., L'idea di sostenibilità in architettura. Natura, tecnologia, democratizzazione, Tesi di Dottorato, Politecnico di Torino, 2011, p 5

paradigma.

Il fraintendimento è probabilmente dovuto al fatto che i pionieri dello studio del problema dell'efficienza degli edifici, come Victor Olgyay, hanno studiato e catalogato le soluzioni adottate dall'architettura spontanea per adattarsi al clima nelle diverse aree geografiche.

Il periodo che va dalla fine degli anni sessanta all'inizio dei settanta è caratterizzato nei paesi occidentali da due crisi sinergiche: quella ecologica che ha connotati prettamente ambientali e quella energetica con connotazione economico politica.

Nello stesso arco temporale emergono parallelamente il movimento ambientalista moderno, sviluppatosi a seguito dell'evidenziarsi dei problemi di carattere ambientale generati dalle società occidentali ed evidenziati da studi come "I limiti dello sviluppo"¹⁷, rapporto curato dal MIT e pubblicato nel 1972, ed una nuova attenzione ai consumi energetici degli edifici. Quest'ultima è la diretta conseguenza della crisi petrolifera del 1973 che genera una serie di studi come "Architecture and Energy"¹⁸ di R. G. Stein (1977) che evidenziano l'elevata incidenza delle costruzioni nei consumi energetici globali.

Collegare le ragioni dell'architettura sostenibile prevalentemente alle crisi energetiche sottende un approccio "tecnicista", mentre collegarle al movimento ecologista, soprattutto nella prima fase, conduce ad un approccio di tipo "spirituale".

Si tratta di una distinzione fondamentale perché destinata a generare due approcci molto diversi al problema, quello dell'architettura High Tech e quello dell'architettura Low Tech, che rappresenteranno una dicotomia destinata a perdurare, in modo più o meno latente, per i decenni successivi.

Né l'approccio tecnicista, scaturito dalle tendenze tecniciste che ha avuto come conseguenza politiche di tipo prescrittivo inerenti a specifici temi ambientali, né quello utopistico, legato alla definizione di nuovi modelli di società generato da quello spirituale, potevano avere esiti soddisfacenti in quanto entrambe erano caratterizzate da una comprensione solo parziale di un problema più generale.

Esistono comunque, in questo periodo, dei progettisti la cui comprensione del fenomeno risulta essere molto più sistemica e che sono destinati a segnare in modo profondo l'evoluzione del concetto di sostenibilità in architettura.

17. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. Behrens III W.W., The Limits to Growth, PA Potomac Associates Book, Washington DC (USA), 1972.

Si tratta di uno studio commissionato al MIT dal Club di Roma. Esso è basato su una simulazione computerizzata volta a predire le conseguenze della continua crescita della popolazione sull'ecosistema terrestre.

18. Stein R.G., Architecture and energy, Stati Uniti, 1977

Se Richard Neutra e Paolo Soleri sono riconosciuti come sostenitori dell'approccio spirituale e precursori della tendenza che prenderà il nome di Low Tech, personaggi come Richard Buckminster Fuller e Dieter Rams vengono comunemente indicati come esponenti dell'approccio tecnico e quindi come precursori dell'architettura High Tech.

Sebbene esistano evidenti differenze tra un approccio marcatamente tecnologico come quello di Fuller ed uno anti-tecnologico come quello di Soleri esistono importanti similitudini relative all'attenzione posta in alcuni di quegli aspetti distintivi, individuati nel capitolo precedente, fondanti del paradigma. Mi riferisco in particolare al concetto di ecosistema e di impronta ecologica dell'architettura. Questo è evidente nella loro produzione teorica.

Nel 1954 Neutra pubblica "Survival through design"¹⁹ e nel 1971 "Building with Nature"²⁰, nel 1969 Soleri pubblica "Arcology: the city in the image of man"²¹ mentre Fuller edita "Operating Manual for Spaceship Earth"²², nel 1970 Rams elabora i suoi 10 principi del buon design.

Tra la fine degli anni settanta e la prima metà degli anni ottanta si sviluppa ad opera di una serie di progettisti tra quali Edward Mazria, Peter Van Dresser e Thomas Herzog una corrente architettonica denominata "architettura solare"²³, dalla definizione data da Chauliaguet, che individua nella capacità degli edifici di adattarsi al sito in modo passivo e di sfruttarne le condizioni naturali (sole, orografia, aria, clima) la possibilità di realizzare edifici energeticamente ed ambientalmente responsabili. Questa tendenza sarà successivamente denominata Low Tech in come contrapposizione all'approccio High Tech.

Tra progetti più interessanti di questa fase possiamo annoverare casa solare dimostrativa al Ghost Ranch in New Messico di Van Dresser (1976) e la casa a Regensburg (1979) di Tomas Herzog. Si tratta di un approccio in cui si cerca di risolvere il problema della sostenibilità attraverso il contenimento dei consumi energetici perseguito attraverso l'utilizzo di sistemi passivi di captazione solare, della ventilazione naturale e di materiali locali e a basso costo. Questa tendenza troverà probabilmente i suoi esempi più riusciti nella Marie FarmHouse (1974) e nell'Alderton House di Glen Murcutt (1994).

Il problema, in questo periodo storico, è stato legato soprattutto alla difficoltà di pro-

19. Neutra R., Survival through design, Oxford University Press, Oxford, 1969.

20. Neutra R., Building with Nature, Oxford University Press, Oxford, 1971.

21. Soleri P., Arcology: the city in the image of man, MIT Press, Cambridge, 1969

22. Buckminster Fuller R., Operating Manual for Spaceship Earth, Southern Illinois University Press, Carbondale (USA), 1968.

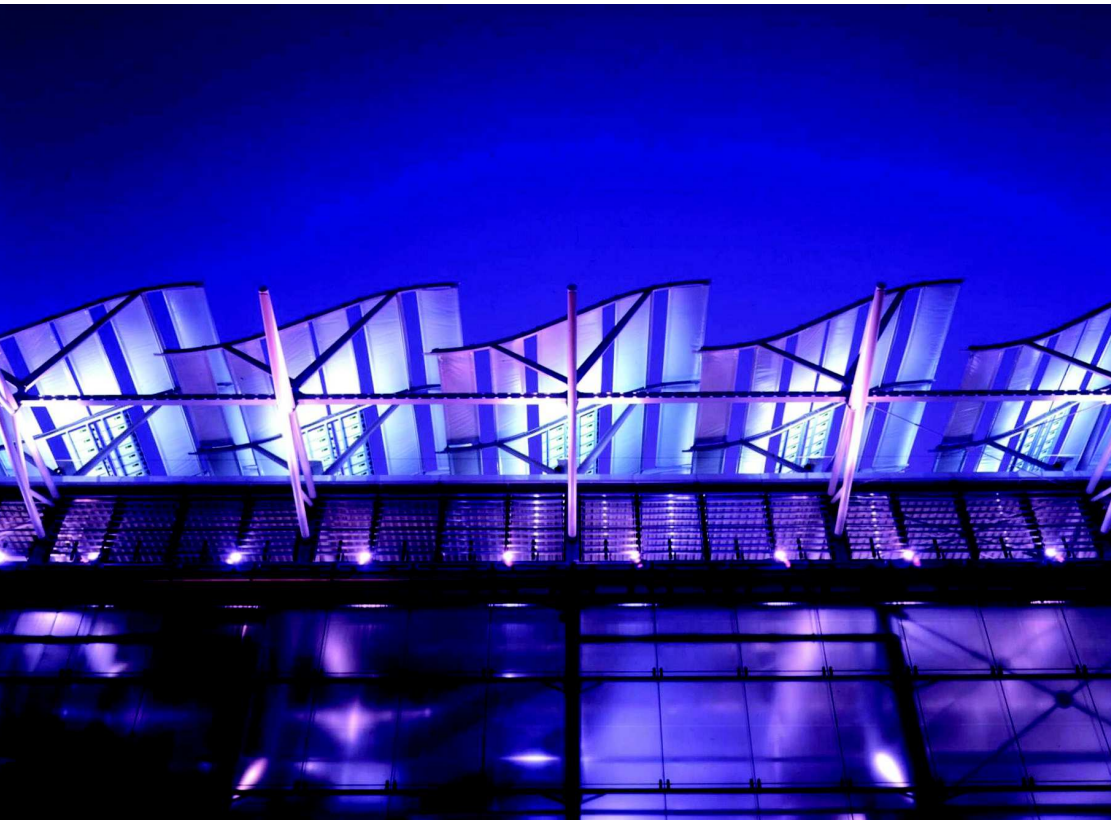
23. Cit. Chauliaguet C., Solar Energy in Buildings, Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey (USA), 1979.

L'architettura solare è un approccio architettonico basato sullo sfruttamento dell'energia solare, gratuita e rinnovabile, per soddisfare i fabbisogni energetici degli organismi edilizi.

▷ Thomas Herzog - Casa a Regensburg (1979) Regensburg (Germania)
Fonte: <http://thomasherzogarchitekten.de>

▽ Glenn Murcutt - Marie Farmhouse (1974) Kempsey (Australia)
Fonte: www.architakes.com





◁ Nicholas Grimshaw
- Padiglione Inglese per
l'Expo di Siviglia (1992) Si-
viglia (Spagna)
Fonte: <https://grimshaw.global>

▷ Renzo Piano - Centro
culturale Jean-Marie Tjiba-
ou (1998) Noumea (Nuova
Caledonia)
Fonte: www.rpbw.com

▽ Norman Foster - Reich-
stag (1993) Berlino (Ger-
mania)
Fonte: © Matthew Field







◁ Nicholas Grimshaw -
Eden Project (2001) St Au-
stell (Regno Unito)
Fonte: <https://grimshaw.global>

▽ Foster + Partners - Steve
Jobs Theatre (2017) Cuper-
tino (Usa)
Fonte: www.fosterandpartners.com



gettare correttamente i sistemi passivi sia per una scarsa conoscenza della materia da parte dei progettisti sia per una oggettiva mancanza di strumentazione adeguata, causa quest'ultima a cui sono riconducibili gran parte degli insuccessi che hanno caratterizzato questo approccio nella fase iniziale.

Diverso è l'approccio "High Tech"²⁴ che deve il suo nome a "High-Tech: The Industrial Style and Source Book for The Home", libro pubblicato nel 1978 da Joan Kron e Suzanne Slesin, e nasce negli anni settanta in alternativa al movimento moderno.

Essa si avvicina alle tematiche ambientali più tardi in seguito alla scoperta del buco dell'ozono e del fenomeno del surriscaldamento globale emerse nei primi anni ottanta oltre che all'affermarsi del nascente paradigma della sostenibilità.

In particolare la visione antropocentrica di sostenibilità proposta da "Our Common Future" (1987) e fondata su una grande fiducia di fondo sulle possibilità tecnologiche, ben si adattava ai principi del movimento.

Gli esempi più significativi di questa prima trasformazione sono il Menara Mesiniaga Building di Ken Yeang ed il padiglione inglese per l'Expo di Siviglia entrambi del 1992 di Nicholas Grimshaw, il progetto per la ricostruzione del Reichstag con cui Norman Foster ha vinto il concorso internazionale nel 1993.

È evidente che si tratta di edifici in cui la soluzione del problema della sostenibilità si ferma all'aspetto prestazionale e si basa quasi esclusivamente su apparati tecnologici ed in particolare sulla capacità degli stessi di produrre energia a partire da fonti rinnovabili. Questo approccio tuttavia ha avuto il vantaggio di garantire attraverso edifici sostanzialmente energivori elevati standard di comfort e comportamento costante partendo dall'assunto che se l'energia con cui erano alimentati era "pulita" gli stessi potevano dirsi sostenibili.

La conferenza di Rio del 1992 che sancisce il passaggio da un concetto di sostenibilità antropocentrica ad uno ecosistemico genera due importanti sviluppi: uno a breve termine, la rinnovata attenzione per le specificità ambientali che genera un avvicinamento delle due tendenze verso una commistione che potrebbe essere definito funzionalismo ecologico, ed una a più lungo termine che riguarda il rapporto tra architettura ed ecosistema.

24. Cit. Kron J. Slesin S., High-Tech: The Industrial Style and Source Book for The Home, Clarkson Potter, New York (USA), 1978.

La fine degli anni novanta e gli inizi del 2000 si connotano per la ricerca di una commistione nella quale soluzioni attive e soluzioni passive iniziano a coesistere e nella quale il loro peso relativo dipende dalla specificità del progetto e dalla sensibilità degli autori più che da una scelta di campo assoluta.

Sebbene le differenze di approccio rimangano, mentre la corrente Low Tech evolve idealmente nella Bioarchitettura e da quella High Tech deriva un approccio prestazionale tipico dei diversi protocolli come Passivhaus, Leed, Minergie, CasaClima, il confine tende a sfumare. Nella pratica architettonica le due tendenze soprattutto per quanto riguarda l'accettazione reciproca di alcune istanze, la bioclimatica da un lato e l'accettazione di un certo grado di tecnologia dall'altra, convergono. Questo è testimoniato dall'evoluzione progettuale di importanti architetti appartenenti ai due schieramenti.

Nel 1996 Thomas Herzog progetta il padiglione 26 per l'expo di Hannover del 2000.

Un anno più tardi Foster introduce lo sfruttamento della ventilazione naturale nel progetto del grattacielo per la Commerz-bank di Francoforte, come farà lo stesso Herzog un anno dopo nel progetto per il grattacielo per uffici di DMAG ad Hannover.

Nel 1998 Renzo Piano con il Centre Culturel Jean-Marie Tjibaou produce un deciso salto di qualità. Il progetto, che coniuga in modo efficace aspetti ambientali e sociali ed economici, ha lo scopo di preservare la cultura degli indigeni locali creando un luogo di aggregazione e di scambio. Le grandi vele realizzate con legno locale hanno una forma ottimizzata per la captazione della ventilazione naturale e al contempo si armonizzano perfettamente con l'ambiente circostante.

Questo processo di avvicinamento è stato sicuramente favorito dallo sviluppo dei software di simulazione dinamica e fluidodinamica che consentono di determinare con buona precisione il comportamento dell'edificio e dei sistemi passivi in relazione allo specifico ambiente in cui esso va ad inserirsi. Paradossalmente è proprio la parte passiva dell'edificio a richiedere il livello di progettazione più tecnologicamente avanzato. I primi decenni del 2000 si focalizzano su tre aspetti fondamentali, il ruolo sociale dell'architettura sostenibile, il passaggio da architetture passive ad architetture attive, l'architettura ecosistemica.

Il tema sociale della sostenibilità era già stato sottolineato nel vertice mondiale delle

25. NZEB è un acronimo che sta per "Nearly Zero Energy Building". Esso è stato introdotto con l'art. 9 della direttiva 2010/31/UE (la nuova EPBD - Energy Performance Building Directive). La direttiva tuttavia non fornisce la definizione di cosa sia un NZEB la cui formulazione viene demandata a tutti gli stati membri. Al di là delle differenti definizioni si può affermare che con tale locuzione si intendono in linea di principio edifici ad altissima prestazione energetica che minimizzano i consumi legati alla climatizzazione (invernale ed estiva), alla ventilazione, all'illuminazione e alla produzione di acqua calda sanitaria.

26. Cit. Friedman Y., L'architettura di sopravvivenza, Bollati Boringhieri, Torino, 2003.

Nazioni Unite di Copenaghen del 1995, ma è il vertice di Johannesburg del 2002 che ponendo l'accento sulla multidimensionalità della sostenibilità enfatizza la dimensione sociale del fenomeno con evidenti conseguenze anche sul piano architettonico.

Il tema dell'architettura sociale si lega ad una lunga ed estremamente eterogenea tradizione legata alla democratizzazione dei processi decisionali, alla definizione di metodologie partecipative fino ai processi di autocostruzione che va da Faty, De Carlo ed Habraken fino ad arrivare a Rural studio, Aravena, Mazzanti e Kéré. In questo ambito risulta interessante distinguere due tendenze: una propria dei paesi in via di sviluppo ed una che riguarda il recupero delle periferie nei paesi avanzati.

Nel primo caso rientrano progetti come lo Skills Centre Malaa in Kenya (2015) progettato dagli studenti dell'Università di Monaco coordinati da Herman Kaufmann, il centro per riabilitazione Jigiyi So in Mali di Emilio e Matteo Caravatti (2017) o la Casa per elefanti e loro custodi di rama Architects (2017) in India.

Nei paesi "avanzati" l'aspetto sociale riguarda soprattutto le aree urbane ed è esemplificato dall'approccio di "ricucitura Urbana" di Renzo Piano.

L'aspetto ecologico prestazionale ha visto l'evoluzione degli edifici a basso consumo ai NZEB²⁵ fino agli edifici attivi.

Il terzo punto riguarda il concetto di architettura ecosistema o meglio il rapporto tra architettura ed ecosistema. Si tratta del secondo aspetto generato dall'evoluzione del concetto di sostenibilità sancito dalla conferenza di Rio, quello destinato ad avere conseguenze più a lungo termine.

Il tema, come già sottolineato, è presente fin dagli arbori dell'architettura sostenibile e trova grande rilevanza già in autori come Soleri e Fuller.

Nel 1978 Yona Friedman afferma che "l'architettura di sopravvivenza può essere definita come una disciplina che cerca di produrre degli ecosistemi artificiali o, meglio, di migliorare e rendere abitabili quelli esistenti"²⁶.

Il concetto assume, a cavallo del nuovo millennio, una nuova connotazione come evidenza Ken Yeang quando afferma che "se dobbiamo applicare il concetto di ecosistema al progetto allora il sito di progetto, deve fin dall'inizio essere concepito polisticamente dal progettista come unità che consiste di componenti biotici ed abiotici che

funzionano insieme come un tutt'uno per formare un ecosistema, ..."²⁷.

Il passaggio da una concezione antropocentrica ad una ecosistemica ha generato, come prevedibile, un'esplosione di approcci che vanno dal biomimetismo, al minimalismo ecologico di matrice umanistica. Se Eden Project e Ecorium of the National Ecological Institute di Nicholas Grimshaw e Biosphere 2.0 di John Allen sono tra le più interessanti opere catalogabili come Biomimetiche progetti come il "Stavros Niarchos Foundation Cultural Center" di Renzo Piano e la nuova sede Apple di Norman Foster e il suo nuovo auditorium ipogeo sono le opere che a scala maggiore possono essere fatte rientrare nel minimalismo ecologico di matrice umanistica.

Al di là delle loro ricadute formali, senza dubbio di grande importanza, l'aspetto fondamentale da analizzare risiede nel fatto che progettare ecosistemi è molto diverso che progettare all'interno di ecosistemi.

La progettazione di un ecosistema chiuso permette la manipolazione di molte delle condizioni al contorno, ma richiede di lavorare su una scala molto vasta. La progettazione di Masdar City, la città da 50.000 abitanti, dello studio Foster + Partners, che promette essere la prima "carbon neutral" città al mondo, coinvolge molteplici livelli contemporaneamente: urbano, infrastrutturale, energetico, architettonico.

Progettare in un sistema o ecosistema esistente invece implica vincoli molto più stringenti e approcci che operano per resistenza o resilienza finalizzati al mantenimento o al ripristino di una condizione di equilibrio. Un edificio o un insieme di edifici all'interno di un ecosistema sia esso naturale o urbano misura la sua efficienza e sostenibilità in rapporto alla reciproca interazione col sistema in cui va ad inserirsi. Per intenderci lavorare su una città di fondazione richiede un approccio molto diverso, come dimostrano gli interventi di "cucitura urbana" di Renzo Piano o lo sviluppo di quartieri come il Beddington Zero Energy Development (BedZED) di Londra.

▷ Foster + Partners - Masdar City (costruzione in corso) Abu Dhabi (UAE)
fotoinserimento aereo del progetto

Fonte: www.fosterandpartners.com

▷ Foster + Partners - Masdar City (costruzione in corso) Abu Dhabi (UAE)
Immagine fotorealistica di una delle piazze

Fonte: www.fosterandpartners.com

27. Cit. Yeang K., *The Green Skyscraper*, Prestel, Londra, 1999.



2.

La semplicità è l'ultima sofisticazione.

Leonardo da Vinci

Minimo

Minimo è un concetto ideale, di tensione all'infinito. Tuttavia sebbene sia, per sua definizione un'idea estrema, assoluta, esso si modula ed assume differenti accezioni a seconda dei campi in cui è applicato. Si tratta di un concetto di carattere universale che abbraccia tutte le aree del sapere umano.

Basti osservare come il termine minimalismo, mutuato dalla minimal art degli anni sessanta, abbia trascorso l'ambito delle arti figurative ed ormai abbia trovato applicazione in moltissime aree: dalla letteratura alla musica, dall'architettura al cibo, dalla politica fino ad identificare uno stile di vita.

Se John Pawson, come architetto, individua le ragioni del minimo formale con il desiderio di rappresentare il valore vero delle cose, David Gelenter, informatico e professore alla Yale University, individua la "Bellezza di una macchina"¹ nella combinazione di potenza e semplicità. È pertanto evidente che il concetto di minimo non possa essere liquidato, come spesso accade, come una tendenza verso un riduzione dei tratti formali o come un approccio esclusivamente funzionalista al progetto, si tratta piuttosto di "un'aspirazione profonda all'indagine del significato delle cose"².

Questa parte della ricerca non è finalizzata ad una definizione di tutte le accezioni di minimo, ma ad una sintesi di quelle utili alla definizione dell'approccio minimalista, al problema della sostenibilità in architettura.

1, 2. Cit. Obendorf H., Minimalism: Design Simplicity, Springer Dordercht, Heidelberg 2001, p. 4

2.1 Minimo e discipline umanistiche

Il concetto di minimo è, nella storia dell'arte occidentale, inscindibilmente legato allo

sviluppo del movimento "minimalista"³, tuttavia il processo di riduzione, di ricerca dell'essenzialità è un processo evidente, anche se con approcci diversi, fin dai primi del novecento, che coinvolge struttura, colore e materia.

Pittura e Scultura:

Il suprematismo degli anni '10 e '20 di Kazimir Malevich e Aleksandr Mihailovič Rodčenko si proponeva di raggiungere l'assoluta purezza attraverso la riduzione estrema degli elementi figurativi. Gli studi sulla teoria della forma e della figurazione di Paul Klee, svolti all'interno del Bauhaus, conducono all'astrattismo geometrico di "Separazione di Sera" del 1922 ed "Ancient Harmony" del 1925.

Attraverso la riduzione all'essenziale degli elementi espressivi della pittura: linea, colore e forma o superficie, Piet Mondrian mirava a "arrivare più vicino possibile alla verità e astrarre ogni cosa da essa, fino a che non raggiungo le fondamenta"³.

Lo Spazialismo degli anni cinquanta e sessanta di Lucio Fontana indaga il problema dello Spazio inteso come sintesi delle categorie assolute tempo, direzione, suono, luce e conduce all'estrema sintesi delle "Attese".

Con queste premesse nacque negli anni sessanta il movimento della "Minimal Art"⁴ che prende il nome dall'omonimo articolo del filosofo dell'arte inglese Richard Wollheim apparso sulla rivista Arts Magazin nel 1965. In realtà sotto l'etichetta di minimalismo, per rimanere all'ambito pittorico-scultoreo, sono confluite tutta una serie di tendenze individuate dalla critica che andavano dall'"ABC art" e la "reductive art" definite da Rose nel 1965, alla "literalist art" e alla "systemic painting" definite da Lippard e Alloway, fino agli "unitary objects" di Sandler e agli "specific objects" di Judd.

Uno degli aspetti più interessanti riguarda l'eterogeneità delle opere prodotte dai diversi esponenti del movimento che deriva dalle differenti concezioni di riduzione applicate. Una eterogeneità che tuttavia si traduce in un linguaggio ed in un esito formale ben connotato e riconoscibile.

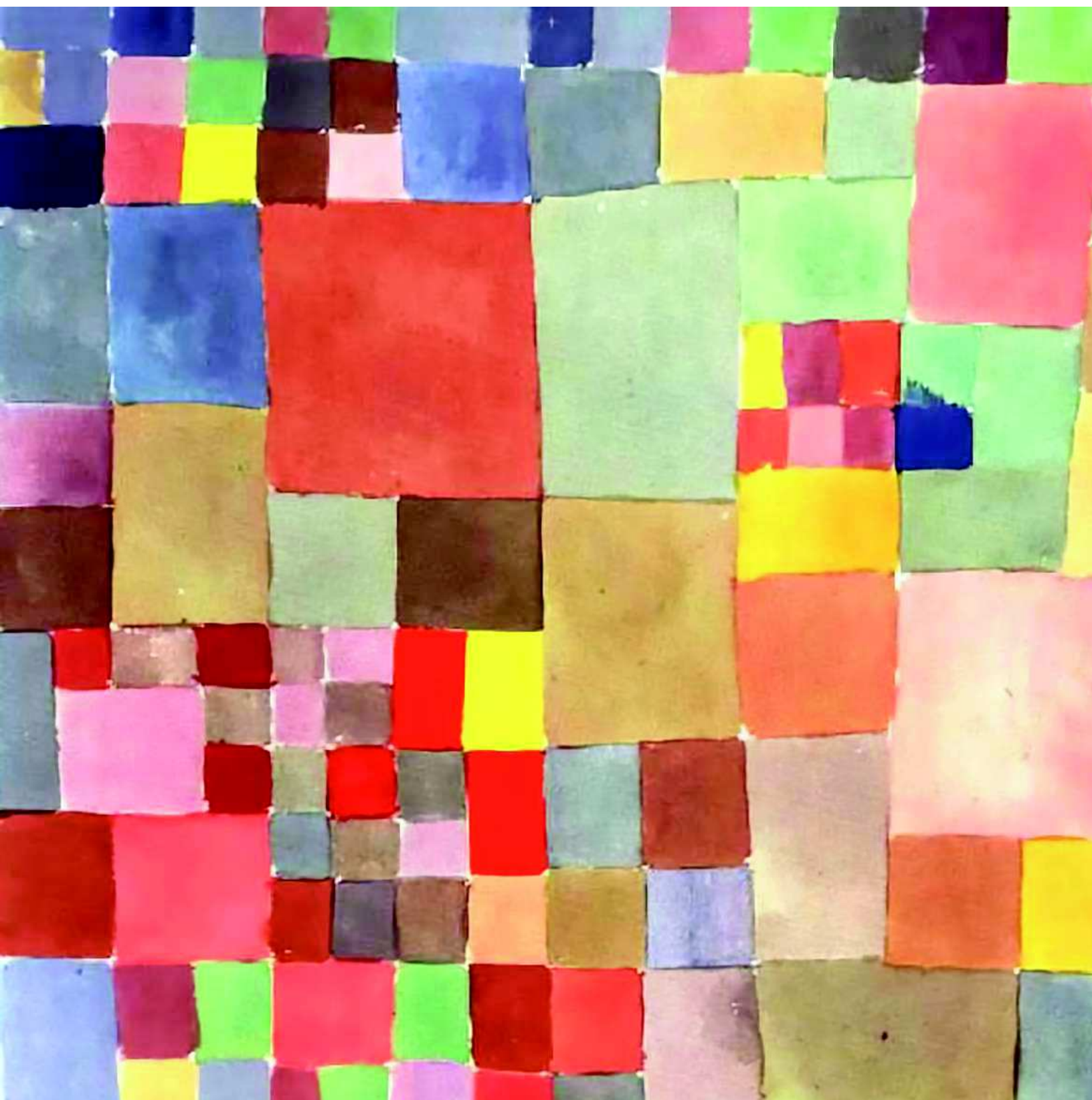
L'approccio legato ad un minimo in relazione al significato, inteso come ricerca del significato ultimo, accomuna il lavoro intorno alla misura umana di Klein, quello intorno

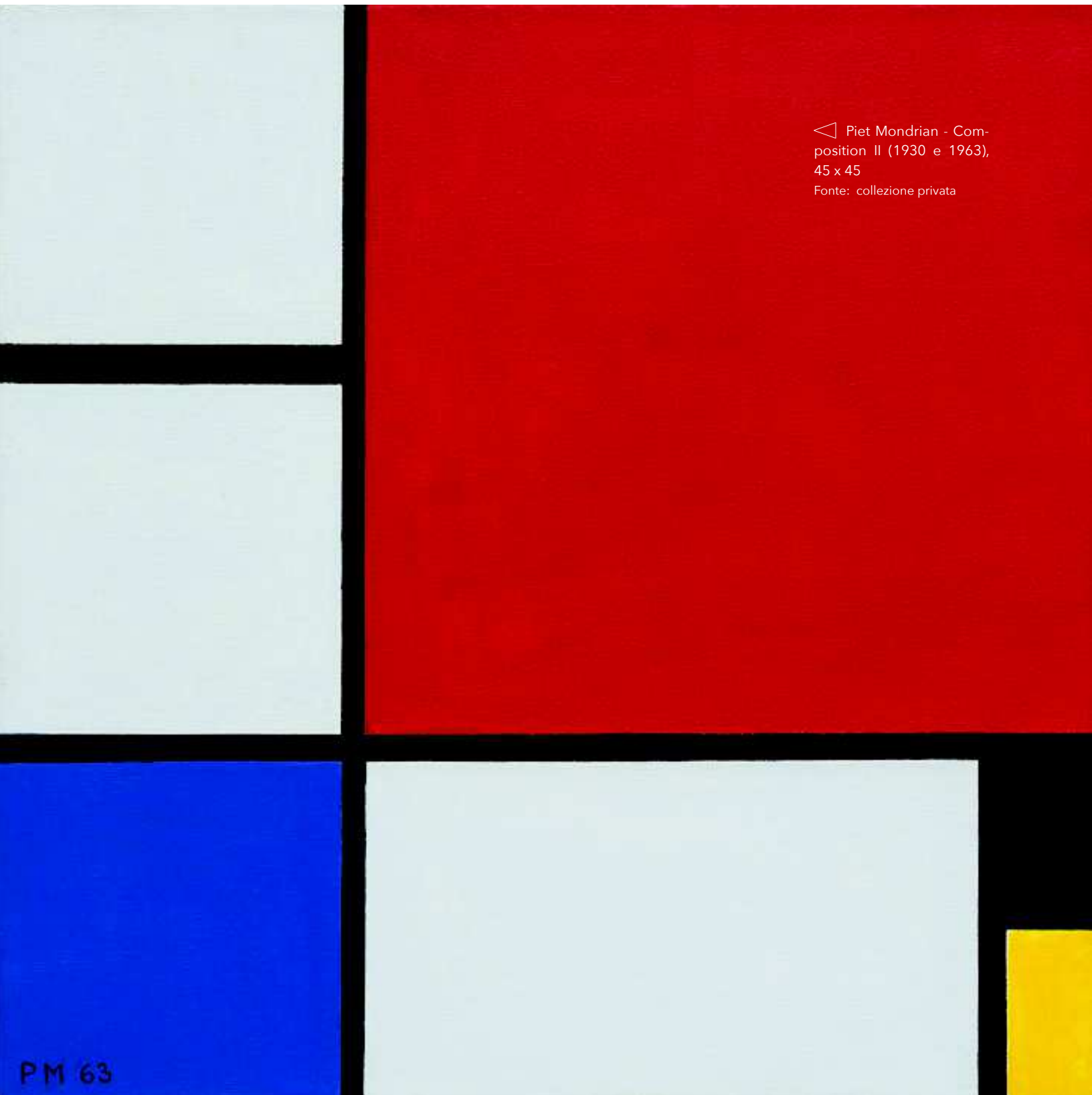
▷ Paul Klee - Flora on sand (1927),

Fonte: www.WahooArt.com

3. Cit. Tempel B., Piet Mondrian. L'armonia perfetta, Skira, Milano, 2011.

4. Con il termine Minimalismo o Minimal Art individua una tendenza, propria degli anni settanta, responsabile di un radicale cambiamento del clima artistico. Essa è caratterizzata da un processo di riduzione della realtà, che ha come principali conseguenze antiespressività, impersonalità, freddezza emozionale, enfasi sull'oggettualità e sulla fisicità dell'opera, riduzione alle strutture elementari geometriche.



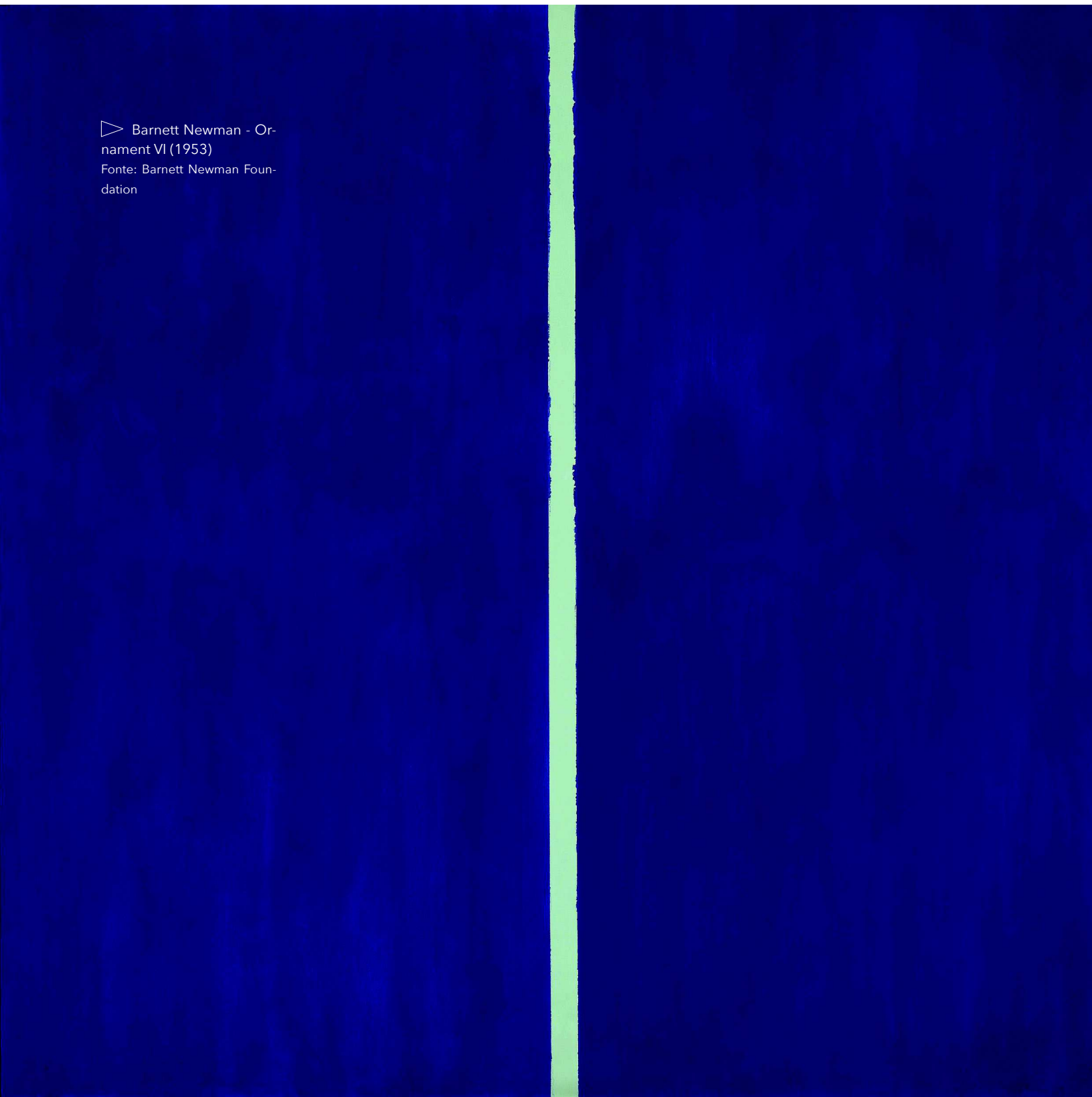


◁ Piet Mondrian - Com-
position II (1930 e 1963),
45 x 45
Fonte: collezione privata

PM 63

▷ Barnett Newman - Or-
nament VI (1953)

Fonte: Barnett Newman Foun-
dation





◁ Lucio Fontana - Concetto spaziale (1968)
Fonte: collezione privata.

alle emozioni di base di Rothko, quello intorno alla connessione tra Dio e Uomo di Newman fino all'estetica ermetica dell'"arte per l'arte" di Ad Reinhardt.

I monocromi che Yves Klein realizza negli anni '50 ricercano una corrispondenza intima con la misura umana attraverso la luminosità dei colori puri ottenuta attraverso una tecnica che prevedeva l'utilizzo di pigmenti puri uniti ad un fissativo, il Rhodopas. In particolare, nella sua visione, il blu era il colore che unificava il cielo e la terra e dissolveva il piano dell'orizzonte. Più o meno nello stesso periodo Mark Rothko basa il suo lavoro su una riduzione basata sulla ricerca delle emozioni di base che si traduceva in luminosi rettangoli colorati che sembrano stagliarsi sulla tela ed emergere da essa. Le zip di Barnett Newman hanno lo scopo di creare un'identità dell'opera d'arte. Una riduzione che tende alla connessione, all'unità del tutto come sottolinea lo stesso autore quando afferma: "Sento che la mia zip non divide i miei quadri. . . fa l'esatto contrario: unisce la cosa"⁵. Si tratta di cerniere tra la terra e il cielo o tra Dio e l'uomo.

"L'estetica ermetica" di Ad Reinhardt, come la definisce Strickland, attraverso le sue "dodici regole tecniche" mira alla massima riduzione, a creare "gli ultimi dipinti che chiunque possa fare"⁶. Questo rappresenta un'arte astratta che non contiene richiami narrativi né emotivi e senza il minimo riferimento alla realtà.

Si tratta di un processo lento e graduale che porta ai dipinti astratti degli anni sessanta, quadrati 60 x 60 cm. completamente neri. A differenza del "quadrato nero" di Malevič del 1915 e del "nero su nero" di Rodčenko del 1919 il nero di Reinhardt non è puro nero ma una composizione, basata un sofisticato procedimento tecnico, di pigmenti blu scuro, rosso scuro e verde scuro. L'accostamento delle opere di Reinhardt, Malevič e Rodčenko mostra uno degli elementi più interessanti dell'approccio minimalista cioè come la ricerca della riduzione della struttura e del significato porti concetti diversi a convergere su forme e linguaggi analoghi.

L'approccio legato ad un minimo in relazione alla materia (strumenti) è esplorato da autori come Robert Rauschenberg e Frank Stella

I White Painting di Robert Rauschenberg, sette pannelli di smalto bianco laminato, dissolvono le relazioni all'interno del dipinto superando di fatto l'uso della composizione gerarchica e della figura ed introducono, attraverso l'estrema riduzione dei mezzi, l'in-

5, 6. Cit. Obendorf H., Minimalism: Design Simplicity, Springer Dordercht, Heidelberg 2001, p. 25

clusione dello spettatore. La minimizzazione delle quantità di informazioni contenute nell'opera fa sì che la stessa ricezione differisca con un'ambientazione o con un diverso schema di percezione.

Il lavoro di Frank Stella è correlato alle superfici pure ed è finalizzato alla creazione di dipinti non relazionali. L'importanza del lavoro dell'artista americano sta, come ha osservato Strickland, nel fatto che "In Stella, la superficie non era né una finestra in un mondo illusionistico né pelle per tatuaggi, ma tutto, tutto quello che c'era. È più di un semplice ossimoro notare che l'evoluzione (anti-) spaziale dell'astrazione culmina nella concretezza del dipinto a oggetti"⁷. Questo sancisce l'inversione della nozione duchampiana di oggetto-come-opera d'arte in favore di opera d'arte come oggetto.

Il rapporto tra minimo e materia ha probabilmente nella scultura i suoi esiti più interessanti. Donald Judd ha sviluppato i suoi lavori con materiali ed oggetti industriali. Come egli stesso afferma: "Il mio lavoro diventa sempre più un oggetto industriale nel modo in cui accetto la luce fluorescente per se stesso"⁸. Il suo lavoro tende ad accentuare il lato oggettivo, puramente fisico e materialistico delle opere che si traducono in strutture geometriche elementari. La cifra più interessante del suo lavoro è correlata alla convinzione che nell'arte, nell'architettura, nel mondo geometrico e matematico, solo gli oggetti potevano creare lo spazio.

Anche il lavoro di Morris utilizza materiali ed oggetti industriali tuttavia rispetto a Judd la sua opera introduce il tema di un'arte che, in quanto architettura, è legata alla scala umana. Per Meyer "Architettura, corpo, movimento - questi sono i termini del primo minimalismo di Morris"⁹. Ciò come sottolinea lo stesso Mayer conduce ad una differenza fondamentale: mentre gli "oggetti specifici" di Judd erano lì per "guardare", in Morris "dovevano essere vissuti da un corpo ambientato che camminava, e attraversava il lavoro stesso"¹⁰.

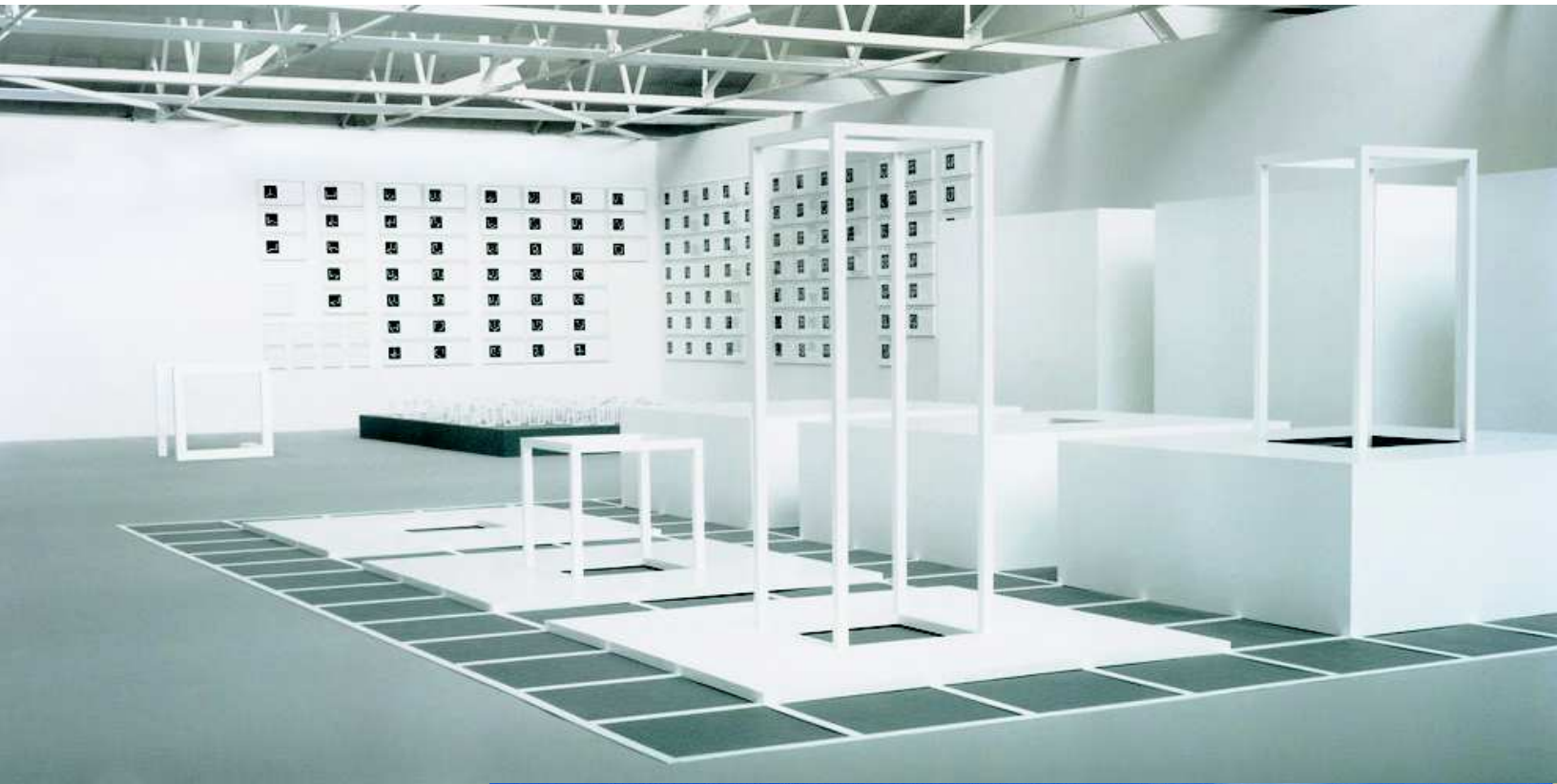
I mirror cube di Morris sono caratterizzati da due aspetti fondamentali: coinvolgono il recettore nell'opera d'arte costringendo gli spettatori a confrontarsi nell'atto di guardare piuttosto che ammirare semplicemente e placidamente l'opera d'arte e indagano il rapporto tra opera e contesto.

Sol Lewitt è probabilmente l'autore che più, negli anni '60, approfondisce il tema del

7. Cit. Strickland S., *Minimalism Origins*, Indiana University Press, Bloomington 2000

8 Cit. Strickland S., *Minimalism Origins*, Indiana University Press, Bloomington 2000

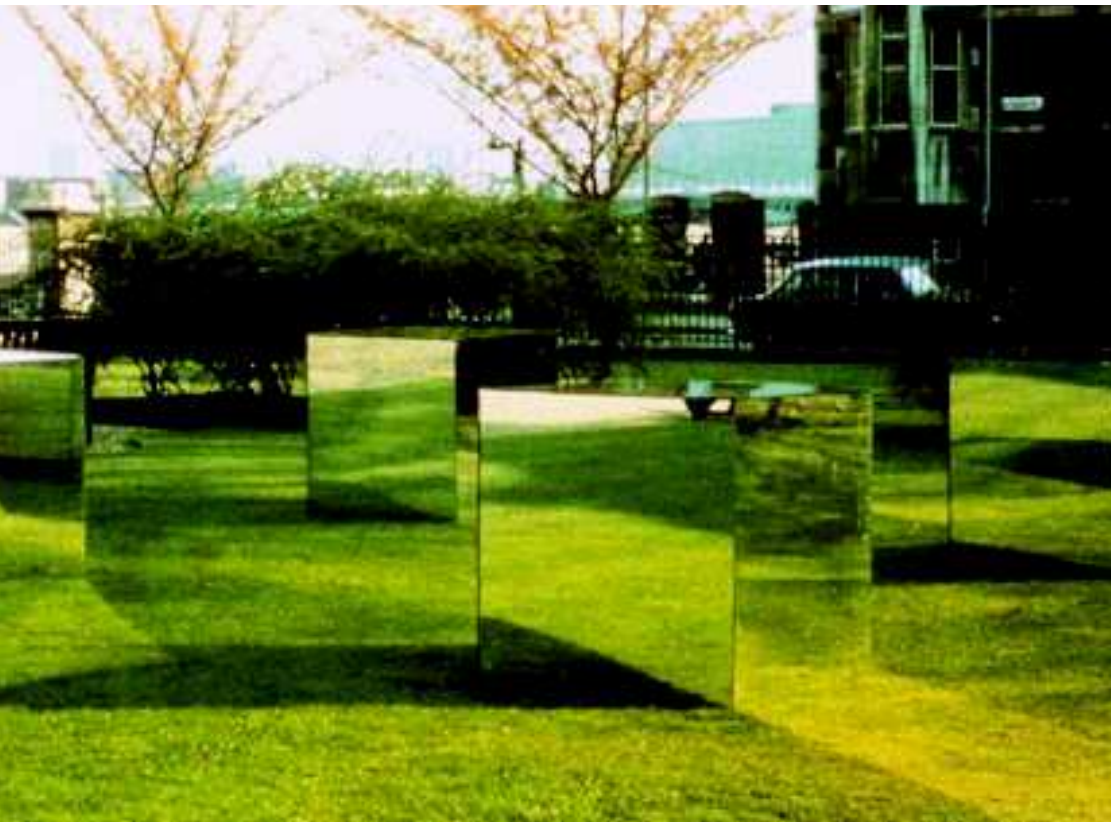
9,10 . Cit. Majer J. S., *Minimalism: Art and Polemics in the Sixties*, Yale University Press, New Haven 2001



△ Sol LeWitt - Serial Project (ABCD) (1966)
Fonte: www.saatchigallery.com

▷ Alberto Campo Baeza - Entre Catedrales (2009)
Cadice (Spagna)
Fonte: www.campobaeza.com





◁ Robert Morris - Mirrored cubes (1965), installazione

Fonte: <http://cubesandmirrors.blogspot.com/>

▷ Donald Judd - 15 untitled works in concrete (1980), installazione a Mafra, Judd Foundation

Fonte: Judd Foundation



◁ Martin Videgård and Bolle Tham - Mirrorcube Hotel (2011) Svezia

Fonte: www.thamvidegard.se

▷ GrupoTALCA - Punto di osservazione a Pinohuacho (2006), Pinohuacho, Villarrica Chile

Fonte: www.grupotalca.cl



rapporto tra minimo e struttura. I suoi scheletri geometrici sono bianchi in quanto colore meno espressivo ed in grado di migliorare la lettura delle geometrie. Mentre il ricorso alla ripetizione è finalizzato ad esplorare oltre alla struttura interna anche il sotteso dalla stessa.

Tipografia e Graphic Design:

Il concetto di minimo in tipografia è correlato ai concetti di pulizia, ordine, coerenza, facilità di comprensione. L'idea di riduzione è alla base della concezione di tipografia come design funzionale che trae origine dalla tendenza modernista e funzionalista degli anni '20 caratterizzata da una trasformazione dei caratteri tipografici che diventano meno ornamentali e da una trasformazione nell'uso degli spazi bianchi.

Si tratta di una tendenza che lavora parallelamente attraverso la riduzione dei mezzi e del significato.

Jan Tschichold teorizza, all'interno di *Die neue Typographie*¹¹ del 1928, i concetti della tipografia modernista:

- la funzionalità come scopo essenziale della nuova tipografia. La forma deve essere al servizio del contenuto;
- la comunicazione deve avere la forma più breve, semplice e avvincente possibile;
- la tipografia deve avere uno scopo sociale;
- è necessario usare il minor numero di elementi possibili (in termini di caratteri, numeri, segni, linee, eccetera) e la fotografia al posto dell'illustrazione;

Il lavoro di Tschichold ha posto le basi del graphic design ed influenzato in modo decisivo i suoi esponenti. I principi della "*Die neue Typographie*"¹¹ sono evidenti in molti autori successivi.

Lester Beall, a partire dagli anni trenta, propone un approccio volto alla ricerca di efficacia nella comunicazione basato su colori primari, linee decise, semplificazione dei caratteri e delle immagini, come esemplificato nella serie di manifesti per l'amministrazione

11. Tschichold J., *Die Neue Typographie: Ein Handbuch für zeitgemäss Schaffende*, Verl. des Bildungsverb., Berlin 1928

Il termine *Die Neue Typographie* viene usato per la prima volta da Moholy-Nagy nel 1923 nel titolo dell'articolo scritto per il catalogo della prima mostra del Bauhaus. Esso indica un nuovo modo di intendere l'uso dei caratteri e dell'impaginazione secondo principi di funzionalismo e modernismo. Il termine viene poi ripreso da Tschichold come titolo del suo primo libro.

americana volti a promuovere l'elettrificazione rurale.

Il design svizzero di Armin Hofmann, Josef Müller-Brockmann ed Emil Ruder negli anni quaranta e cinquanta è basato sulla semplicità, sulla leggibilità, sulla obiettività e sulla combinazione di tipografia e fotografia come mezzo di comunicazione visiva.

Particolarmente significativa per comprendere il rapporto tra minimo e grafica è l'introduzione del carattere tipografico Helvetica disegnato da Max Alfons Miedinger per la fonderia Hass nel 1957.

Miedinger e il suo capo Eduard Hoffmann, volevano un design semplice, neutrale e versatile, che avesse un aspetto innovativo e fosse privo delle estensioni alla fine delle lettere tipiche dei caratteri di stampa utilizzati fino a quel periodo.

L'Helvetica ha due particolarità essenziali: lo spazio negativo (il bianco) che circonda le lettere uguale a quello delle linee che compongono i caratteri, lo sviluppo degli elementi che lo compongono esclusivamente verticale ed orizzontale, mai diagonale.

Grazie alle sue caratteristiche il font ha una diffusione universale e planetaria. Nel 1967 venne impiegato nel progetto dello stadio degli Yankee, nel 1989 Massimo Vignelli lo utilizzò per la metropolitana di New York e per il logo dell'American Airlines, nel 1984 Steve Jobs lo inserisce tra i caratteri di sistema del Macintosh e successivamente, fino al 2015, come carattere di sistema dell'iPhone; attualmente è il carattere utilizzato da Facebook.

La neutralità derivante dalla riduzione che garantisce al carattere efficacia ed eleganza ed è alla base del suo successo è ben sintetizzata da Vigorelli in un documentario del 2007 in cui afferma che "c'è gente che pensa che il carattere debba essere espressivo. Io ho un altro punto di vista"¹².

Paul Rand, uno dei più famosi designer grafici ed ideatore negli anni sessanta e settanta di alcuni dei loghi delle più importanti multinazionali come ABC, IBM, UPS e Westinghouse si rifa direttamente al concetto di semplicità e chiarezza tipici del modernismo. Egli afferma espressamente che "Design is so simple. That's why is so complicated"¹³. Nel suo lavoro la ricerca della semplicità non è solo la via per garantire durabilità all'opera, ma anche il mezzo indispensabile per garantire l'armonia degli elementi che compongono il progetto. Essa non è l'obbiettivo ultimo ma l'indispensabile sottoprodotto

12. Cit. intervista a Massimo Vigorelli contenuta all'interno del film documentario Helvetica diretto da Gary Hustwit, USA 2007

13. Cit. Rolland P., Pensieri sul design, Postmedia Books, Milano 2016

di una buona idea.

Il concetto di riduzione correlato al significato in relazione alla capacità di penetrazione del messaggio è anche alla base del lavoro di Lou Dorfsman, design director di CBS e autore del famoso logo, e di Yusaku Kamekura.

Il manifesto per i giochi olimpici di Tokyo del 1964 rappresenta la sintesi tra l'iconografia tradizionale e la semplicità del modernismo, che si esplica in un lavoro di rilettura e contaminazione della tradizione basata sulla ricerca dell'essenzialità. Si tratta di una ridefinizione che è ben sintetizzata da una frase dello stesso Kamekura: "siamo responsabili della prima dissoluzione delle nostre tradizioni e poi della loro creazione di nuovo" ¹⁴. Seguendo principi analoghi nel 1994 Lindon Leader crea uno dei loghi più premiati e più longevi del mondo: Fedex. Il logo è basato sullo spazio negativo; lo spazio bianco delle due lettere E e x forma, se osservato con attenzione, una freccia. Questo è la diretta espressione dei due concetti base del lavoro del designer americano: semplicità e chiarezza. Come egli afferma "I strive for two things in design: simplicity and clarity. Great design is born of those two things."¹⁵. Si tratta di una aggiunta di significato attraverso la sottrazione.

Questa idea è alla base anche del lavoro dell'artista e graphic designer australiano Nick Barklay nelle cui opere il minimalismo è la riduzione fino alla sua forma più essenziale. L'evoluzione del rapporto tra minimo e graphic design a partire dagli anni duemila ha trovato nel branding e nel packaging un terreno molto fertile. Il rapporto tra significato, percezione e riduzione tesa alla ricerca dell'essenzialità è alla base del lavoro di grandi agenzie come BVD, Stockholm design lab, o di creativi come Yuta Takahashi e Joe Doucet.

"Semplifichiamo per chiarire" è il motto dell'agenzia BVD, che annovera tra i suoi clienti Coca-Cola, H&M, VITRA. Il processo è volto a trovare il nucleo, il fattore che non può essere ridotto a cui poi collegare un drive emotivo. Questo assunto è immediatamente evidente sui progetti per le lattine e la comunicazione di Coca-Cola e per il packaging dei prodotti di Vitra.

SDM lavora sul concetto di riduzione per garantire efficacia, longevità ed universalità. Nello studio per il packaging dei prodotti Aksulo, come affermano gli stessi progettisti,

▷ Jan Tschichold - manifesto (1937)

Fonte: <http://www.designishistory.com>

14. Cit. Kamekura Y., *The graphic design of Yusaku Kamekura*, Weatherhill, New York 1973

15. Cit. Airey D., *Logo Design Love: A Guide to Creating Iconic Brand Identities* second edition, Pearson Education, Londra 2015

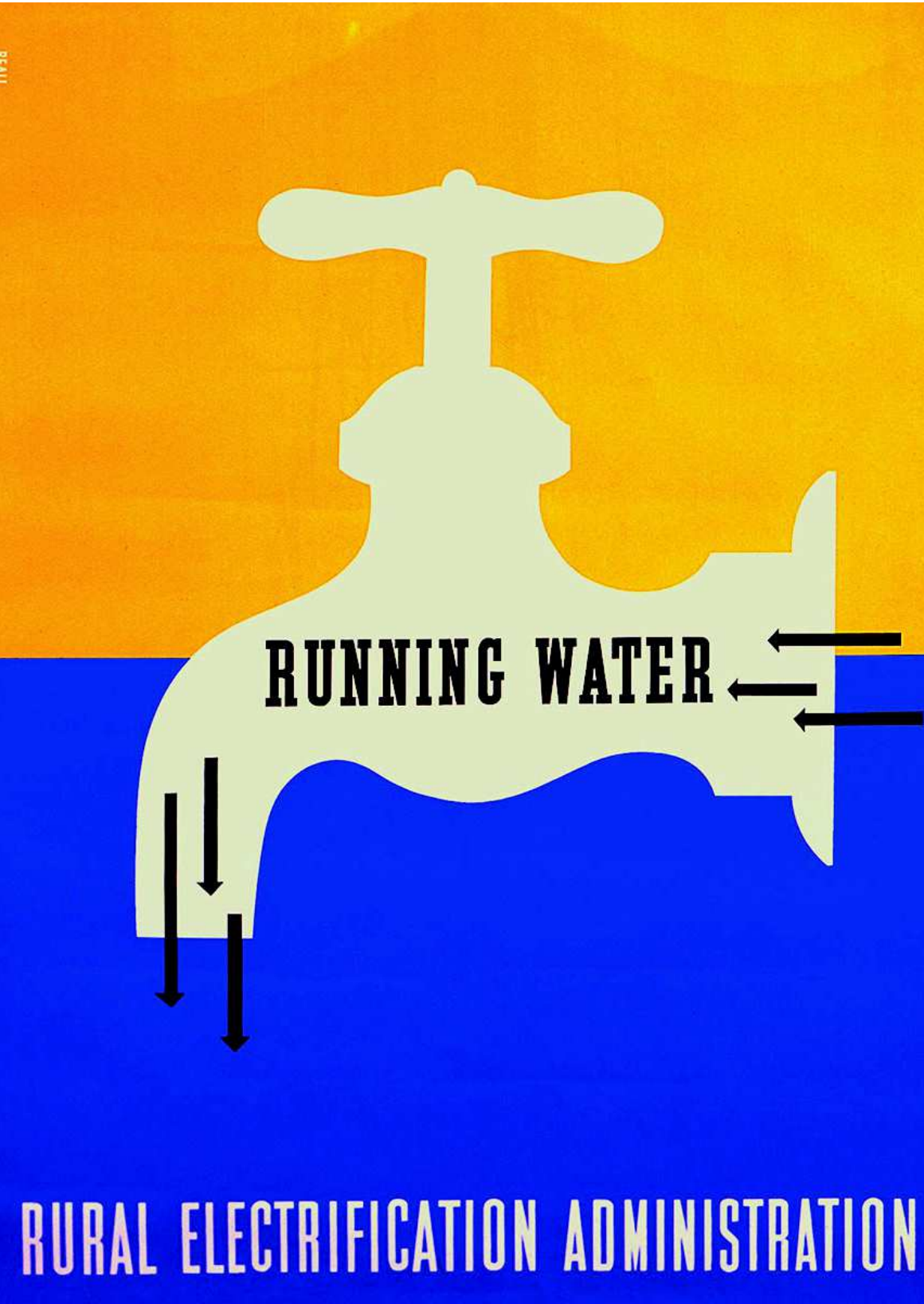
● vom 16. januar bis 14. februar 1937

kunsthalle basel



konstruktivisten

van doesburg
domela
eggeling
gabo
kandinsky
lissitzky
moholy-nagy
mondrian
pevsner
taeuber
vantongerloo
vordemberge
u. a.



◁ Lester Beall - manifesto per promuovere l'elettrificazione delle aree rurali (1930), committente Governo Federale degli Stati Uniti d'America
Fonte: Collezione MoMa



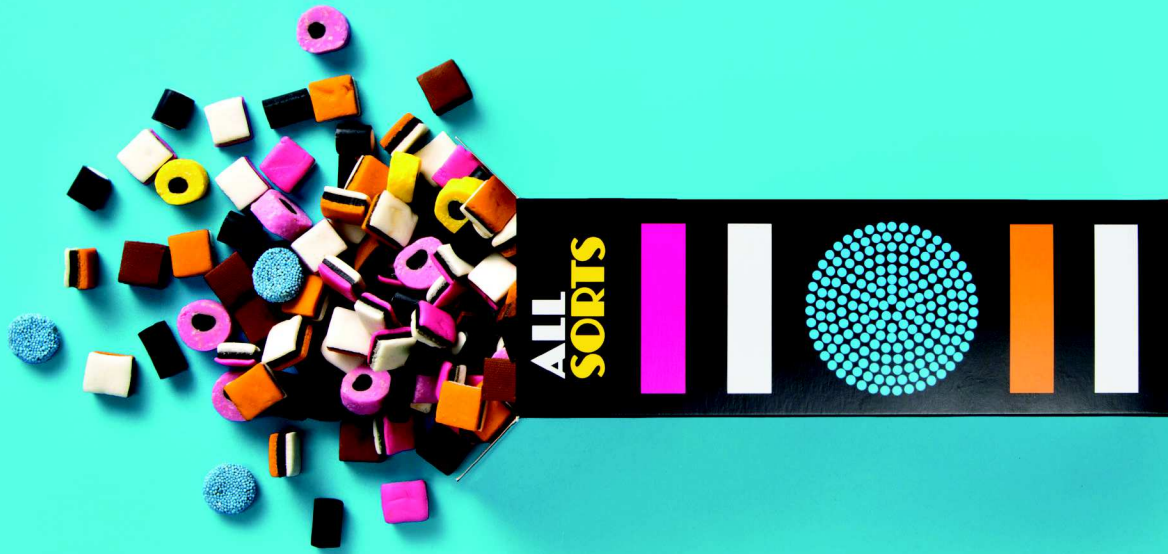
△ Stockholm Design Lab
- Graphic design e packaging per i prodotti del marchio Aksulo

Fonte: www.stockholmdesignlab.se

▷ BDV - graphic design e packaging per i prodotti del marchio Vitra

Fonte: <https://bvd.se/>





◁ Bond - graphic design e packaging per il brand di dolci Coletta
Fonte: <https://bond-agency.com>

semplicità, chiarezza ed economia sono state le linee guida. Ogni articolo è stato ridotto all'essenziale sia a livello di forma che di informazioni. Questo è stato ottenuto attraverso l'utilizzo del carattere Helvetica, di colori decisi a tinta unita, di simboli semplici e di etichette chiare e bilingue.

Allo stesso modo settore del food ha puntato sul design minimale di brand e packaging per come dimostrano ad esempio il progetto dell'agenzia Bond per il marchio di dolci Coletta, quello di Yuta Takahashi per le barrette di cioccolata Mandarin, la bottiglia di Alex and Rute Theodorou per il marchio d'olio Evolve o quella dello studio Designers United per l'olio d'oliva greco five, le bottiglie dello studio Empatia per i prodotti organici del marchio j+.

2.2 Minimo e discipline scientifiche

Matematica:

Il minimalismo nelle scienze matematiche ha due aspetti rilevanti: uno di natura pratica legato alla comprensione delle nozioni formali ed uno di natura astratta legato al concetto di "eleganza".

La minimizzazione dei termini è finalizzata ad aumentare la leggibilità dei calcoli matematici attraverso riduzione della complessità visiva e funzionale degli stessi. Si tratta di una riduzione legata alla necessità di aumentare il livello e la velocità di fruizione. Questo approccio, permettendo di identificare in modo inequivocabile le forme equivalenti, altro non è che una declinazione del principio medioevale noto come "Rasoio di Ockham" per il quale "entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem"¹⁶.

In matematica la dimensione estetica è considerata da molti esperti fondamentale per il funzionamento della disciplina. Uno dei parametri fondamentali per determinare l'eleganza di una dimostrazione è la compattezza ovvero la brevità. Essa è fondamentale perché consente di applicare le formule matematiche adottando un numero di termini che sia il minore possibile. Si tratta di un chiaro esempio di correlazione tra eleganza e

◁ Empatia - graphic design e packaging per il brand di bevande organiche j+
Fonte: www.behance.net

16. Cit. Ghisalberti A., Guglielmo di Ockham, Università Cattolica editore, Milano 1996

riduzione, un forma di eleganza del minimo.

Non è un caso che una delle massime più note del grande fisico inglese Isaac Newton sia "la verità si ritrova sempre nella semplicità e non nella complessità e confusione delle cose"

Ingegneria:

La declinazione del concetto di minimo in ingegneria è legata ad aspetti funzionali e prestazionali, in particolare al concetto di ottimizzazione. Si tratta naturalmente di una concezione mutuata dall'approccio fisico-matematico che è alla base della disciplina.

Esistono molte declinazioni riguardo a questo aspetto. Per l'ingegneria meccanica e strutturale esso è legato ad esempio al rapporto tra prestazione dei materiali e peso, basti pensare all'utilizzo di carbonio o di materiali compositi applicato alla progettazione di automobili, aerei e barche oppure al rapporto tra materiali e comportamento sismico in relazione alle strutture degli edifici. Significativa al riguardo la domanda che Richard Buckminster Fuller pose a Norman Foster: "Quanto pesa un suo edificio, Mr Foster?"¹⁷. La riduzione dei passaggi e delle lavorazioni è, invece, uno degli aspetti fondamentali dell'ingegneria gestionale. Nell'ingegneria elettronica la riduzione è principalmente legata al concetto dimensionale, lo smartphone che oggi teniamo in mano è più potente di un computer che nei primi anni '80 occupava una stanza.

Esiste un approccio progettuale, noto come KISS, secondo il quale la maggior parte dei sistemi funziona meglio se vengono mantenuti semplici anziché complicati pertanto la semplicità intesa come eliminazione delle complessità non necessarie è un obiettivo chiave della progettazione. Si tratta di una declinazione ingegneristica del rasoio di Ockham per cui a parità di fattori la spiegazione più semplice è da preferire.

Il KISS, acronimo attribuito all'ingegnere aeronautico Kelly Johnson che sta per "Keep it simple, stupid" o per "Keep it short and simple"¹⁸, è un principio applicato inizialmente dalla marina statunitense nella progettazione di navi negli anni sessanta che si è poi ampliato a moltissimi campi della progettazione compresa l'informatica.

17. cit. Lopez Amando N. Carlos C., Quanto pesa il suo edificio Mr Foster?, La Feltrinelli, Milano 2013

18. cit. May M.E., The laws of subtraction: 6 simple rules for winning in the age of excess everything, New York (USA), 2013, p 63.

Informatica:

Uno dei campi in cui è più indagato il rapporto tra minimo, inteso come ricerca di semplificazione, è sicuramente quello dell'informatica. In particolare il moltiplicarsi dei livelli di complessità introdotto dalla digital revolution ha avuto come conseguenza una ricerca della riduzione di complessità che inizialmente si è concentrata sulla semplificazione del lavoro per i programmatori informatici, ma che si è presto rivolta alla ricerca di semplificazione per il fruitore finale. Dopo un momento iniziale in cui sembrava che il valore di un oggetto tecnologico fosse legato alla sua complessità ed il numero di tasti e di funzioni fosse la cifra distintiva di un prodotto, basti pensare ai telecomandi delle televisioni e dei sistemi hi-fi, si è tornati alla riduzione dei sistemi di controllo, delle funzioni e dei tasti inutili. Già dagli anni novanta Beng & Olufsen propone un unico telecomando in grado di gestire tutte le periferiche progettato con lo scopo di eliminare i tasti inutili accompagnato dallo slogan "do more with Less". Apple ha spostato il front row a schermo rendendolo navigabile con un telecomando denominato Apple Remote, caratterizzato da soli tre tasti, che nei prodotti più recenti è stato del tutto eliminato grazie all'evoluzione del sistema SIRI.

Come già recitava il titolo della prima brochure di marketing di Apple nel 1977, in realtà "La semplicità è la massima sofisticazione"¹⁹.

Un altro aspetto visibile di questo fenomeno è l'evoluzione delle interfacce grafiche dei software e dei siti internet. Si pensi all'importanza dell'introduzione del font Helvetica nel sistema operativo Macintosh, già sottolineata nella parte dedicata alla tipografia, o a quella di Arial in Windows piuttosto che all'evoluzione delle interfacce dei siti internet, una su tutte quella di google, per capire lo stretto legame tra riduzione e possibilità di fruizione.

19. Lo slogan della campagna di Apple "simplicity is the ultimate sophistication" riprende l'aforisma di Leonardo da Vinci "la semplicità suprema sofisticazione".

2.3 Minimo e Architettura

Il rapporto tra architettura e minimo viene spesso superficialmente derubricato a forma-

lismo estetico piuttosto che a rigorosa ricerca dell'essenzialità.

Tuttavia, se, superando i cliché, si fa riferimento al significato profondo del termine, come osserva Franco Bertoni²⁰, prima ancora che nel razionalismo del XX secolo o nel funzionalismo di Boullé e di Schinkel, gli aspetti caratteristici del "minimalismo" possono essere individuati già nell'architettura cistercense e in quella tradizionale giapponese.

Si tratta di un approccio concettuale capace di tenere al suo interno e coniugare la riduzione formale di "Ornamento e Delitto" e la raumplan di Adolf Loss, il "less is more" di Mies Van der Rohe, la solarità cromatica di Barragàn, con l'astrazione concettuale di John Pawson, l'equilibrio di Silvestrin, la sospesa spiritualità di Tadao Ando, la concretezza materica di Zumthor.

In architettura, più che in altre discipline, il minimalismo lavora con accezioni anche molto differenti che spesso si intrecciano. Mezzi, struttura e significato sono metodi del processo di riduzione che vengono utilizzati per definire gli approcci tipici del minimalismo, ma i cui confini, soprattutto in architettura, sono labili. Se la pianta del Padiglione Barcellona sia ad esempio una questione di minimo e struttura in ragione della sua struttura funzionale o di minimo e significato in ragione della sua poetica dello spazio, è difficilmente definibile, certamente è una commistione delle due.

Il rapporto tra minimo e struttura, intendendo con struttura, come si vedrà in seguito, un concetto più ampio che abbraccia non solo gli aspetti tecnici, ma anche quelli funzionali del progetto è caratterizzante per progetti come la Looshaus di Adolf Loss, il Seagram Building di Mies van der Rohe, l'"Entre Catedrales" di Alberto campo Baeza, le case R128 o F87 di Werner Sobock, la casa Tetsuka di John Pawson, la nuova sede de New York Times di Renzo Piano, .

Analogamente a quanto avvenuto nella tipografia, anche in architettura, e nel graphic design, il processo di riduzione comporta che il vuoto assuma una importanza determinante.

Il rapporto tra minimo e mezzi, intesi come materia e colore, assume un ruolo fondamentale in progetti come Las Clubes di Luis Barragan realizzato a Città del Messico, Villa Neuendorf di Silvestrin e John Pawson a Maiorca, o nel padiglione per il Team di Luna Rossa per la trentaduesima American's Cup di Renzo Piano, nella Dominus Winery

▷ Mies van der Rohe - Seagram Building (1958) New York (USA)

▷ Renzo Piano -New York Times Building (2007) New York (USA)

Fonte: <http://www.rpbw.com>

20. Bertoni F., Architettura Minimalista, La Biblioteca, Firenze 2002





△ John Pawson - Casa Tettsuka (2005), Tokyo (Giappone)

Fonte: © Hisao Suzuki

◁ Werner Sobek - R128 (2000), Stuttgart (Germania)

Fonte: © Zooney Braun

▷ Peter Zumthor - Zinc Mine Museum (2016), Suda (Norvegia)

Fonte: © Aldo Amoretti





△ Jacques Herzog e Pierre de Meuron - Dominus Winery (1998), Yountville (USA)

Fonte: www.herzogdemeuron.com

◁ Sami Rintala - Hotel Kirkenes (2005), Kirkenes (Norvegia)

Fonte: © Sami Rintala

di Herzog e De Meuron o nel progetto per il Punto di Osservazione a Pinohuacho del Gruppo Talka .

In queste opere la materia ed il colore sono utilizzati, con declinazioni differenti, dai progettisti per cogliere l'essenza del collegamento tra luogo, cultura e l'edificio. Nel progetto per il centro di riabilitazione di Kati di Emilio e Matteo Caravatti o in quello del Hotel Kirkenes di Sami Rintala invece il minimalismo dei mezzi afferisce principalmente alle metodologie di autocostruzione ed all'impiego di materiali economici facilmente reperibili in loco.

Il rapporto tra minimo e significato è probabilmente l'aspetto più controverso. Esiste un luogo comune secondo il quale i processi di riduzioni, spesso associati a quelli di standardizzazione, abbiano come risultato la perdita del significato. Questo aspetto può riguardare le derive formaliste non certo il processo di ricerca dell'essenzialità in sé. Opere come la Chiesa della Luce di Tadao Ando, la Cappella Bruder Klaus o lo Zinc Mine Museum di Peter Zumthor, Il centro di Ricerca e Monitoraggio del lago Furnas di Aires Mateu, la casa dell'infinito di Alberto Campo Baeza sono la dimostrazione che è proprio l'essenza a garantire significato all'opera.

Il concetto fondante del "minimalismo" è infatti la ricerca dell'essenzialità, che come spiega da Vittorio Magnago Lampugnani in un articolo su Domus, permette attraverso un approccio universale di ottenere soluzioni uniche.

"Chiediamo unicità, non universalità. E siamo certi che ogni tema progettuale possa essere ricondotto, per successivi stadi di chiarimento e affinamento, alla sua essenza. Cioè al punto dove è, inequivocabilmente e fortissimamente, se stesso."²¹.

21. cit. Lampugnani V.M., l'essenza, in DOMUS n. 741, settembre 1992

22. Cit. Dorflès G., Introduzione al disegno Industriale, Piccola biblioteca Einaudi, Giulio Einaudi Editore, Torino 2001, p. 15

2.4 Minimo e Design

Il concetto di minimo nelle sue varie declinazioni: dimensionali, funzionali, tecnologiche, formali, energetiche, è alla base di tutte le aree del design industriale.

La produzione di oggetti in modo meccanico ha prodotto come corollario la ripetibilità, l'iterazione, ed una ridefinizione dell'"estetica del prodotto"²².

La rivoluzione introdotta è stata quella di concepire l'oggetto prodotto dalla macchina "come capace di possedere una sua "estetività" derivata dall'incontro della funzionalità con la forma, senza l'aggiunta di un fattore decorativo ad essa sovrapposta"²³.

Uno degli aspetti legati alla necessità di un prodotto di essere ripetibile ed iterabile è strettamente legato alla capacità di ottimizzazione progettuale basata sulla riduzione al minimo del numero di pezzi da impiegare e sulla quantità di materiale da impiegare. Ciò ha fondamentalmente a che fare col minimalismo dei mezzi. La sedia Thonet Nr.14 del 1859 sfrutta una tecnologia, innovativa per l'epoca, che permetteva di curvare il legno massello per produrre una sedia composta da soli 18 pezzi, infinitamente meno di quelli impiegati nelle produzioni artigianali del tempo. Un processo di riduzione che idealmente passa attraverso la sedia disegnata da Jorge Ferrari Hadroye nel 1938 fino ad arrivare alla sedia Pantone del 1960 che è stata la prima sedia a essere prodotta sotto forma di un unico pezzo completamente in plastica.

La riduzione nell'incontro tra funzionalità e forma è alla base di molti prodotti di uso comune entrati ormai nell'immaginario collettivo, tanto da vantare numerose varianti ed imitazioni come la lampada Potence di Jean Prouvé disegnata nel 1951 per Vitra, la Sedia Superleggera di Giò Ponti progettata nel 1951 per Cassina, Il portacenere Cubo di Bruno Munari progettato nel 1957 per Danese, la lampada Parentesi progettata nel 1971 da Achille Castiglioni per Flos, Shaker progettato nel 1976 da Luigi Massoni per Alessi. La libreria Billy progettata nel 1979 da Gillis Lundgren per Ikea, ancora oggi il mobile più venduto del colosso svedese, deve il suo successo al processo di semplificazione innescato dal porre come obiettivo del progetto non l'oggetto in sé ma la facilità di assemblaggio. Questo processo ha conferito, come successo per l'Helvetica, neutralità ed eleganza, caratteristiche che sono alla base del successo e longevità del prodotto.

Il settore della tecnologia è sicuramente uno degli ambiti in cui il concetto di minimo, in relazione alla trasportabilità, praticità, leggerezza, usabilità ed economicità è più importante: dalla macchina da scrivere Valentine di Ettore Sottsass, alla radio portatile Brown di Dieter Rams che sintetizzava il suo approccio progettuale col motto "Less but Better", fino all'iPod e agli altri prodotti disegnati da Jonathan Ive per Apple o la Copenhagen

23. Cit. Dorfler G., Introduzione al disegno Industriale, Piccola biblioteca Einaudi, Giulio Einaudi Editore, Torino 2001, p. 15

▷Dieter Rams - 10 Principi del Buon Design (1970)
Fonte: <https://theultralinx.com/>

10 PRINCIPLES FOR GOOD DESIGN

by

DIETER RAMS

GOOD DESIGN IS

INNOVATIVE

The possibilities for innovation are not, by any means, exhausted. Technological development is always offering new opportunities for innovative design. But innovative design always develops in tandem with innovative technology, and can never be an end in itself.



GOOD DESIGN MAKES A PRODUCT

USEFUL

A product is bought to be used. It has to satisfy certain criteria, not only functional, but also psychological and aesthetic. Good design emphasises the usefulness of a product whilst disregarding anything that could possibly detract from it.

GOOD DESIGN IS

AESTHETIC

The aesthetic quality of a product is integral to its usefulness because products we use every day affect our person and our well-being. But only well-executed objects can be beautiful.



GOOD DESIGN MAKES A PRODUCT

UNDERSTANDABLE

It clarifies the product's structure. Better still, it can make the product talk. At best, it is self-explanatory.

GOOD DESIGN IS

UNOBTRUSIVE

Products fulfilling a purpose are like tools. They are neither decorative objects nor works of art. Their design should therefore be both neutral and restrained, to leave room for the user's self-expression.



GOOD DESIGN IS

HONEST

It does not make a product more innovative, powerful or valuable than it really is. It does not attempt to manipulate the consumer with promises that cannot be kept.

GOOD DESIGN IS

LONG-LASTING

It avoids being fashionable and therefore never appears antiquated. Unlike fashionable design, it lasts many years – even in today's throwaway society.



GOOD DESIGN IS

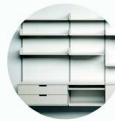
THOROUGH DOWN TO LAST DETAIL

Nothing must be arbitrary or left to chance. Care and accuracy in the design process show respect towards the user.

GOOD DESIGN IS

ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY

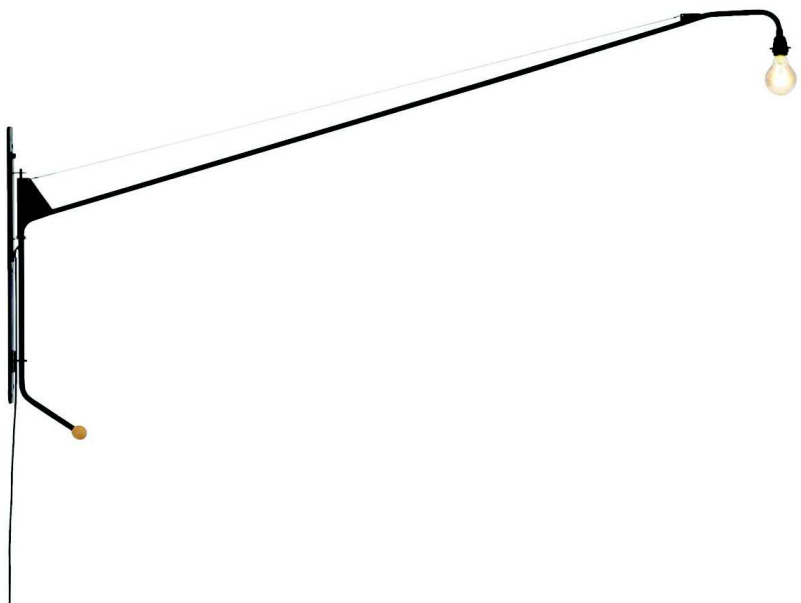
Design makes an important contribution to the preservation of the environment. It conserves resources and minimises physical and visual pollution throughout the lifecycle of the product.



GOOD DESIGN IS

AS LITTLE DESIGN AS POSSIBLE

Less, but better – because it concentrates on the essential aspects, and the products are not burdened with non-essentials. Back to purity, back to simplicity.



△ Jean Prouvè - Potence
(1950), Vitra
Fonte: www.vitra.com

◁ MIT Senseable City
Lab, Carlo Ratti - Copenha-
gen Wheel (2013)
Fonte: <http://senseable.mit.edu>

◁ Jorge Ferrari Hardoye
- Ase dia Farfalla (1938)
Knoll
Fonte: <https://sbandiu.com>

Whell di Carlo Ratti che permette di trasformare una normale bicicletta in una a pedalata assistita, le declinazioni del concetto di minimo sono innumerevoli.

2.5 Gli elementi caratteristici

Come la precedente trattazione ha evidenziato, il concetto di minimo ed i metodi di riduzione ad esso correlati presentano differenti accezioni nei diversi campi. Il termine minimalismo ha trascorso l'ambito delle arti figurative ed ha trovato applicazione in moltissime aree: dalla letteratura alla musica, dall'architettura al cibo, dalla politica allo stile di vita. Questo evidenzia ulteriormente l'impossibilità di definire per il minimalismo un punto di vista univoco e l'emergere di una molteplicità di prospettive. Si possono comunque individuare una serie di accezioni di minimo, di strategie legate ai processi di riduzione ricorrenti e che, come si vedrà in seguito, sono alla base del rapporto tra minimo e sostenibilità:

- minimo e mezzi
- minimo e significato
- minimo e struttura

2.5.1 Mezzi

Young definì espressamente il minimalismo come ciò che è fatto con un minimo di mezzi. Con questo termine si intende la caratteristica, propria del minimalismo, di ricorrere a materiali e strumenti minimi per la realizzazione dell'opera. Questo non indica banalmente il ricorso al materiale più povero o economico, ma un processo finalizzato all'utilizzo del materiale e del mezzo costruttivo più aderente e che meglio si adatta allo scopo dell'opera. Se nelle arti figurative questo si declina attraverso il ricorso a monocromi e l'utilizzo di materiali semplici come i pannelli smaltati, nel design industriale è

evidente nella scelta di materiali che coniugano economicità e prestazione, nella musica ad esempio nell'utilizzo di strumenti monocorda.

La sedia MR di Mies Van der Rohe e i White Painting di Robert Rauschenberg sono in questo senso due esempi di "minimalismo dei mezzi", un esempio di materiale minimo aderente allo scopo. L'architetto tedesco utilizza i tubolari in metallo per la realizzazione della sua sedia non solo perché economici, ma perché i più adatti alla realizzazione dell'opera in termini di reperibilità, replicabilità, resistenza strutturale, economicità. Rauschenberg ricorre ai pannelli modulari smaltati con lo scopo di creare un dipinto che non fosse stato toccato da mani umane, come se fosse semplicemente arrivato nel mondo completamente formato e assolutamente puro e che riflettesse i cambiamenti nella luce e gli effetti casuali delle ombre nello spazio circostante. Entrambi avrebbero potuto ricorrere a materiali differenti, più nobili o più prestazionali, ma hanno invece scientemente scelto il materiale minimo aderente allo scopo. In architettura sono evidenti due tendenze, da un lato l'utilizzo del monocromo, soprattutto legato al colore bianco o ad altri colori chiari come nel caso di Casa Tetsuka di John Pawson (pag. 62), dall'altro l'utilizzo di materiali naturali che uniformano completamente l'involucro dell'edificio come nella Dominus Winery di Herzog & de Meuron (pag. 64).

2.5.2 Struttura

Il processo di riduzione non riguarda solo i materiali o i mezzi realizzativi ma anche la loro combinazione. Questo è evidente tanto nelle arti figurative e nella musica, quanto nel design e nell'architettura. Nella pittura e nella scultura come nella musica minimalista la struttura interna è volutamente esposta, basti pensare alle opere di Sal LeWitt o di Donald Judd. Lo stesso principio è alla base della lampada Potence di Jean Prouvé, del progetto di Peter Zumthor per lo Zinc Mine Museum (pag. 63) e di quello del Kirkenes Hotel di Sami Rintala (pag. 62).

In questi casi la struttura non è solo minimizzata per rendere trasparenti i suoi principi di base al destinatario, ma l'operazione ha anche l'obiettivo dell'equilibrio. Che si tratti

dell'equilibrio tra le qualità di un'opera d'arte o di quello tra la funzione dell'oggetto e le forze fisiche cui deve adeguarsi, come nel caso dell'aerodinamica applicata alle automobili da corsa o alle barche a vela, il principio è lo stesso.

Come ha sottolineato Judd: "Più parti ha una cosa, più diventa importante l'ordine e infine l'ordine diventa più importante di qualsiasi altra cosa"²⁴.

In informatica la minimizzazione della struttura è collegata al concetto di fruibilità intesa da un lato come fruibilità fisica dell'artefatto, dall'altro come facilità di utilizzo del software da parte dell'utente.

2.5.2 Significato

Il rapporto tra minimo e significato è sicuramente complesso. Se nell'Espressionismo Astratto e nel Surrealismo è preponderante l'aspetto emozionale, nel minimalismo è evidente una ricerca di perdita di significato come spiega Frank Stella quando afferma "Quello che vedi è ciò che veramente vedi". Il minimalismo del significato di Sella introduce due aspetti: uno che si potrebbe definire legato alla "prestazione" ed uno legato al concetto di "chiarezza". In una macchina di Formula 1, in una barca per la Coppa America o in un computer il significato dei processi di riduzione è quasi esclusivamente legato alla prestazione. Si tratta di una accezione che si rifà al "la macchina bella è quella che vince" di Enzo Ferrari o al concetto di "Bellezza di una macchina"²⁵ come combinazione di potenza e semplicità dell'informatico David Gelernter.

Nella tipografia e nel Graphic Design il vuoto e il negativo vengono utilizzati con lo scopo ultimo di aumentare la chiarezza e la capacità di penetrazione del messaggio. Allo stesso modo in architettura, come afferma John Pawson, "il vuoto ci permette di vedere lo spazio così com'è, di vedere l'architettura così com'è, di impedire che venga corrotta o nascosta dai detriti accidentali di un arsenale della vita quotidiana"²⁶.

Esiste poi un terzo aspetto legato al rapporto tra minimo e significato che riguarda il lato "emozionale" che come detto è proprio ad esempio dell'Espressionismo Astratto. Esso ha a che fare con l'eleganza del minimo propria delle dimostrazioni matematiche, con

24. Cit. Strickland S., *Minimalism Origins*, Indiana University Press, Bloomington, 2000.

25. Cit. Gelernter, D., *Machine Beauty: Elegance and the Heart of Technology*, Perseus Books, Cambridge 1998.

26. Cit. John Pawson in Morris A., *John Pawson. Puro spazio*, Mondadori Electa, Milano, 2012

oggetti come la macchina da scrivere Valentine di Sottsass e ha la sua evidente declinazione architettonica nella spiritualità in opere come la Cappella della Luce di Tadao Ando o il Punto di Osservazione del Gruppo Taka.

▷ Mark Rothko - Senza titolo grigio su nero (1970),
Fonte: The Mark Rothko Foundation

2.6 Minimo Semplicità Essenzialità

Semplice, essenziale, sintetico, ridotto sono termini ricorrenti nella descrizione del processo di riduzione verso il minimo. In una società in cui il grado di complessità è aumentato esponenzialmente ed in cui le connessioni e le interazioni tra i "campi" sono fondamentali quanto i contenuti degli stessi la capacità di semplificazione, di riduzione, risulta un valore riconosciuto. Il concetto non ha naturalmente solo accezioni positive, l'utilizzo superficiale ed acritico dei processi di semplificazione può rivelarsi spesso deleterio. La differenza è ben illustrata dalla massima di Einstein "tutto dovrebbe essere reso il più semplice possibile, ma non più semplicistico". Affermare che "Less is More" è ben diverso dall'affermare che sempre "simple is better". Questo introduce una serie di interrogativi relativamente a che cosa sia semplice e quale sia il livello di semplificazione cui tendere. Come osserva Hartmut Obendorf nel libro "Minimalism. Design Simplicity", e come risulta evidente dalla precedente analisi, il significato di "semplice" non è univoco, ma relativo e varia a seconda del soggetto, dell'obbiettivo, della prospettiva. Quello che hanno in comune tutte le nozioni di semplicità è il riferimento ad un qualche tipo di riduzione. Il ricorso a processi di riduzione quale metodologia per affrontare problematiche complesse è un approccio universale, comune a tutti i campi del sapere umano che va dalla "Novacula Occami" di matrice medioevale al design dell'iPhone di Apple. In questa trattazione la nozione di "minimalismo" è utilizzata come strumento teorico, metodo, atto ad indagare le differenti accezioni del processo di riduzione e con "minimo" si intende il livello ottimale di semplicità cui il processo deve tendere, l'essenzialità. Un processo che come sostiene Gino Finizio nel suo libro "Minimo e Sostenibile" che è "preposto a produrre utilità evitando il superfluo"²⁷, ma che al contempo garantisce significato all'opera.

27. Cit. Finizio G., *Minimo & Sostenibile la città ha raggiunto la montagna, umanesimo disegnativo*, Skira, Milano, 2012. p.15

28. Lampugnani M., *L'essenza*, in *DOMUS* n. 741, settembre 1992

L'essenza²⁸

In un'antica parabola di origine cinese si narra di un pittore che l'imperatore incaricò di disegnare un granchio. Il pittore accettò, chiedendo però una villa, dodici servitori e cinque anni di tempo. Trascorsi che furono quest'ultimi, l'imperatore gli fece visita e domandò il disegno promesso. Ebbe come risposta che non era ancora pronto e che occorrevano altri cinque anni. Passarono anche questi e l'imperatore, ormai impaziente, tornò e chiese il disegno. Il pittore si fece portare da un domestico un foglio bianco e un pennello. E in un istante, d'un sol gesto, disegnò sotto gli occhi stupefatti dell'imperatore il granchio più bello e perfetto che si fosse mai visto. Il disegno del granchio, si può ben supporre, risultò elementare. Non per ciò, e anche questo è facilmente deducibile dal racconto, il pittore aveva trascorso in ozio gli anni agiati concessigli dall'imperatore. Al contrario: aveva, evidentemente, pensato, studiato, lavorato. Si era esercitato, allenato nel suo mestiere. Aveva accumulato conoscenza. Tanto da essere in grado, dopo dieci anni, di portare il problema che gli era stato posto alla sua sintesi. È a una tale sintesi elementare, a una tale essenziale concisione che pensiamo quando chiediamo, per il progetto, la banalità. Non è sufficiente, lo abbiamo visto, che un'opera sia triviale. Non basta che lo sia come risultato di un processo di distillazione di una complessità iniziale. Il lavoro di sfrondamento e purificazione deve essere teso a far risaltare quegli elementi originari del tema che rappresentano la sua unicità, riconducendolo così alla sua qualità archetipica. Il granchio del pittore cinese è il più bello e perfetto che si sia mai visto perché è un granchio-tipo. La città, l'edificio, l'arredo, l'oggetto d'uso che noi pensiamo belli e perfetti devono diventare una città-tipo, un edificio-tipo, un arredo-tipo, un oggetto-tipo. Non aspiriamo con ciò alla risoluzione definitiva di tutti i problemi del progetto in un agile catalogo di risposte preconfezionate e ottimizzate una volta per tutte. Il mito di un numero finito di "ideali", di punti di arrivo dell'evoluzione della città, dell'architettura, dell'arredo e dell'oggetto d'uso non ci tenta e tantomeno ci convince. Chiediamo unicità, non universalità. E siamo certi che ogni tema progettuale possa essere ricondotto, per successivi stadi di chiarimento e affinamento, alla sua essenza. Cioè al punto dove è, inequivocabilmente e fortissimamente, se stesso.

Sarebbe tuttavia ingenuo credere che all'essenza di un tema si arrivi per sola sottrazione del superfluo. In verità, aggiungere è necessario almeno quanto togliere. Ma mentre ciò che va tolto è il dettaglio irrilevante e superfluo, ciò che va aggiunto è l'idea. Il pittore cinese, se avesse meramente ridotto il granchio ai suoi elementi primari, non avrebbe ottenuto un'opera d'arte ma uno schema astratto che, usando la stessa procedura, chiunque altro avrebbe potuto produrre. Invece egli, studiando e lungamente pensando, ha creato la propria essenziale utopia di un granchio-tipo, unica e inimitabile perché, appunto, creata, ma da tutti condivisibile perché astratta dalla realtà. E soprattutto perché concisa. Ogni progetto, per complesso che sia nei suoi assunti e nella sua materializzazione, deve fondarsi su poche idee. Meglio ancora se su un'idea sola. Deve essere un'idea forte, chiara, immediatamente riconoscibile. E deve essere l'idea giusta: quella, cioè, che risulta dalla specificità del progetto in questione. Che lo descrive e caratterizza inequivocabilmente. Che ne forma l'essenza. Questa, diciamo pure: monotematicità è caratteristica di quasi tutti i grandi progetti storici: La Città nuova di Antonio Sant'Elia rappresenta l'apoteosi di una sola componente della metropoli moderna, il traffico, che diventa il generatore razionale di una "forma urbis" squisitamente romantica. La casa Malaparte di Adalberto Libera si pone come esercizio di stile nella mediterraneità, interpretata come un perenne sacrificio laico al sole e al mare e alla quale si piega ogni nozione di funzionalità, comodità o economia.

La sedia S 32 di Marcel Breuer è una "pièce de resistance" costruita unicamente intorno alle caratteristiche di elasticità e "modernità" del tubo d'acciaio curvato. La Vespa di Corradino D'Ascanio materializza la risposta al quesito di come trasformare una piccola motocicletta in un veicolo protetto usando una carrozzeria autoportante. Progetti, tutti questi che abbiamo appena elencato, semplici, elementari, in qualche modo addirittura banali. Ma banali come l'uovo di Colombo: con il senno del poi. Sono, in verità, risultati di sforzi pazienti e intuizioni folgoranti che appena formulati assumono la definitività di ciò che non poteva essere altrimenti; messaggi di lampante immediatezza ottenuti a forza di aggiustamenti continui e meticolosi; epopee avventurose e intriate racchiuse nella dimensione ellittica di un limpido epigramma. E ottengono, grazie alla loro chiarezza cristallina e essenziale concisione, lo scopo proprio di ogni grande progetto: far pensare.

3.

La semplicità consiste nel sottrarre l'ovvio e nell'aggiungere il significato. (X legge della semplicità)

John Maeda

Minimo e Sostenibile

3.1 Perché minimo è sostenibile

Il capitolo precedente è stato dedicato all'analisi dell'evoluzione dell'idea di sostenibilità ed alle diverse accezioni del concetto di minimo.

Questo ha permesso di individuare alcuni elementi essenziali, funzionali a verificare le potenzialità del minimalismo, inteso come strumento teorico che supporti una comprensione differenziata dei processi di riduzione, quale approccio metodologico al problema della sostenibilità.

L'analisi ha evidenziato multidimensionalità, complessità, ecosistemicità e dinamicità quali caratteristiche fondamentali della sostenibilità e tre accezioni di minimo legate a delle strategie ed a dei processi di riduzione ricorrenti: minimo e mezzi, minimo e significato, minimo e struttura.

Il concetto di sviluppo, in tutte le sue declinazioni, sottende due fattori di base: l'idea di crescita, finalizzata al miglioramento, e la necessità di un metodo per ottenerla.

Tutti i sistemi organizzativi che hanno caratterizzato la storia dell'uomo dalle prime civiltà ad oggi hanno avuto in comune due fondamenti: l'obiettivo, cioè lo sviluppo inteso come miglioramento delle condizioni di vita dell'uomo, e la modalità, basata sulla modifica dell'ambiente e sullo sfruttamento delle risorse.

Questi elementi ricorrenti sono evidenti anche nei due sistemi socio-economici e culturali, completamente antitetici, che hanno dominato il '900 cioè capitalismo e comunismo.

L'emergere, quasi contemporaneo, di criticità in ambito ambientale, sociale ed economico, come evidenziato nel primo capitolo, hanno reso necessario un nuovo paradigma.

ma, quello della sostenibilità, basato sul concetto di sviluppo sostenibile.

Una delle trasformazioni fondamentali che questo ha introdotto riguarda il passaggio da modelli basati sul concetto di efficacia a modelli basati su quello di efficienza. I primi perseguono il raggiungimento di un obiettivo senza considerare l'impiego di risorse ed energia necessarie per ottenerlo. I secondi, invece, mirano al raggiungimento dell'obiettivo attraverso l'impiego della quantità minima di risorse ed energia.

Risulta evidente che si tratta di un aspetto imprescindibile nel momento in cui si passa da una concezione di ambiente come contenitore di risorse infinite, tipico dei modelli di sviluppo tradizionali, a contenitore di risorse finite, postulato fondamentale del concetto di sostenibilità.

Si tratta di una questione basilare che emerge in modo più o meno esplicito in molti studi sul rapporto tra economia, ambiente e società. Il passaggio dall'economia del cowboy a quella dell'astronauta teorizzato già negli anni sessanta da Kenneth E. Boulding nelle sue opere sul rapporto tra economia e ambiente, ad esempio, implica il passaggio concettuale da efficacia ad efficienza.

Tutte le declinazioni di minimo e tutti i processi di riduzione ad esse sottese, sia che si faccia riferimento alla dimensione umanistica e che a quella scientifica, hanno come elemento caratteristico l'idea di efficienza. Questo è evidente, per citare la classificazione del precedente capitolo, nei processi propri del rapporto tra minimo e mezzi quanto in quelli relativi a minimo e struttura e minimo e significato. La riduzione tesa all'efficienza accomuna la *Die neue Typographie* di Jan Tschichold, la sedia superleggera di Joe Ponti e la *Copenhagen Wheel* di Carlo Ratti.

Allo stesso modo non è un caso che alcuni degli elementi più studiati in relazione alla sostenibilità sia l'efficientamento dei processi di produzione che si esplica sempre in qualche forma di riduzione o semplificazione del processo stesso.

Si può quindi affermare che il minimo è sostenibile in primo luogo perché lavora per efficienza e non per efficacia.

È bene sottolineare che il concetto di sostenibilità è intrinsecamente legato a quello di sviluppo, anche se ne amplia obiettivi, riferimento temporale e soprattutto modifica radicalmente le modalità per raggiungerli. L'idea di sviluppo sostenibile non deve es-

sere confusa con quella di decrescita. Esso infatti, non nega la crescita economica, nè tantomeno, auspica una decrescita. Al contrario, la inserisce tra gli scopi da raggiungere, insieme all'equità sociale e alla tutela ambientale.

La sua capacità di penetrazione è stata tale da investire, in un arco temporale relativamente breve, meno di trent'anni, praticamente tutti i campi dell'attività umana diventando una sorta di zeitgeist della contemporaneità. Questo ha comportato da un lato una profonda evoluzione del concetto rispetto alla definizione originale degli anni ottanta, dall'altro l'emergere di numerose declinazioni anche molto lontane tra loro.

Proprio la componente multidimensionale assieme a quella legata alla complessità rappresenta gli elementi fondamentali che hanno permesso a questa idea di assumere valenza universale. In essa risiede anche uno degli assunti teorici di base più importante del rapporto tra minimo e sostenibilità.

Se partiamo dal principio che la multidimensionalità riguarda fundamentalmente l'ottimizzazione e l'equilibrio di sottosistemi o di singoli campi e la complessità la relazione tra gli stessi e quindi l'ottimizzazione e l'equilibrio del sistema globale, risulta evidente che siamo di fronte ad un paradigma in cui le connessioni e le interazioni tra i campi sono fondamentali quanto i contenuti degli stessi.

Qualsiasi approccio si decida di utilizzare per affrontare il problema della sostenibilità deve, pertanto, essere applicabile tanto ai singoli sottosistemi quanto sulle loro connessioni.

Un paradigma che preveda la necessità di lavorare contemporaneamente in diversi ambiti e sulle loro interazioni, non può sottendere un approccio assoluto, al contrario necessita di un metodo basato su un'idea in grado di rimodularsi a seconda della prospettiva, del soggetto, dell'obbiettivo.

Uno dei pochi concetti che ha dimostrato di essere in grado di assolvere allo scopo è quello di minimo. Esso infatti, sebbene abbia una valenza universale, non ha un significato assoluto, ma relativo. In matematica, ad esempio, il concetto di minimo ha diverse accezioni. Nella teoria degli ordini l'elemento minimo è quello minore di ogni altro all'interno di una struttura ordinata. Nello studio di funzioni esso rappresenta un punto estremo può essere assoluto o relativo, inoltre non sono rari i casi in cui il limite inferiore

di una funzione non sia determinabile con una quantità finita, ma tenda all'infinito.

Le diverse nozioni di minimo, come evidenziato nel capitolo due, trovano applicazione in tutti i campi proprio in ragione del fatto che esse hanno in comune solo il riferimento a qualche tipo di processo di riduzione. Grazie a ciò la nozione di minimalismo, inteso come strumento teorico che supporti una comprensione differenziata dei processi di riduzione, oltre che perfettamente compatibile col concetto, può essere utilizzato per definire un approccio metodologico al problema della sostenibilità.

I processi di riduzione in questo senso non sono determinati solo nell'ottica di ottimizzazione dei diversi sottosistemi, ma nella ricerca di una condizione di equilibrio globale. Il problema della definizione della "complessità" è una questione solo apparentemente banale dato che le ricerche "riconducibili sotto l'espressione di "scienza della complessità" non appaiono fondate su alcuna "teoria della complessità" coerentemente formulata"¹. La maggior parte delle definizioni sono o troppo vaghe o non hanno un carattere sufficientemente generale e risultano applicabili ad un contesto molto ristretto.

La complessità, nell'ambito della sostenibilità, implica l'importanza delle connessioni e l'impossibilità di considerare un sottosistema come isolato ed indipendente. Il minimo ha lo scopo di fornire un approccio operativo per lavorare all'interno del paradigma. Per fare ciò risulta fondamentale il rapporto tra minimo e struttura, ovvero, la capacità dei processi di riduzione di evidenziare e di lavorare sulle connessioni fondamentali con l'obiettivo di rendere trasparenti i principi di base e perseguire l'equilibrio globale del sistema.

Si tratta di un approccio per cui si ricorre contemporaneamente a diversi processi di riduzione per affrontare problemi complessi.

In questo senso se si intende con semplicità il punto di arrivo di questi processi, essa rappresenta una soluzione al problema della sostenibilità. Per utilizzare un aforisma di Costantin Brâncuși "la semplicità è una complessità risolta"².

Un altro aspetto fondamentale del ragionamento riguarda la dimensione dinamica per cui il concetto stesso evolve in funzione del tempo.

Questo, oltre ad implicare che ciò che consideriamo sostenibile oggi non necessariamente lo sarà anche in futuro, presuppone che il concetto stesso di equilibrio abbia una

1. Cit. Morini L., Il concetto di «complessità»: contributo alla chiarificazione delle implicazioni filosofiche, in NOEMIA n. 3, 2012

2. Cit. AA.VV., Constantin Brancusi nel XXI secolo. Nuovi studi, Verso l'Arte Edizioni, Roma, 2010.

Il Minimo è Sostenibile:

1. Il Minimo è sostenibile perché lavora per efficienza e non per efficacia.
2. Il Minimo è sostenibile perché è un concetto universale con significato relativo. Quindi sottende un metodo in grado di rimodularsi a seconda della prospettiva, del soggetto, dell'obbiettivo.
3. Il Minimo è sostenibile perché lavora per riduzione degli effetti delle azioni sui singoli sottosistemi.
4. Il Minimo è sostenibile perché lavora sulle connessioni fondamentali tra i diversi sottosistemi.
5. Il Minimo è sostenibile perché lavora contemporaneamente sui sottosistemi e sulle loro connessioni grazie alla molteplicità delle strategie di riduzione.
6. Il Minimo è sostenibile perché lavora sull'equilibrio dinamico dei sistemi grazie alla possibilità di ricorrere ad una molteplicità processi di riduzione.

dimensione dinamica.

L'assunto evidenzia due elementi fondamentali: l'idea che l'evoluzione dei sistemi sia inevitabile e che un certo grado di alterazione sia non solo accettabile, ma inevitabile, ed il principio di equilibrio mobile.

La sostenibilità, nel suo senso profondo, non prevede alcuna forma di cristallizzazione dello status quo, e neppure la necessità del ritorno ad una società rurale o preindustriale come alcuni vorrebbero far credere. Queste ultime sono solo derive fuorvianti figlie di un pessimismo culturale che investe gran parte delle società occidentali.

Anche nella sua componente ecologica, quando prevede forme di tutela di ecosistemi o di loro parti, essa non prevede l'impossibilità del sistema di evolversi o trasformarsi. Si tratta di iniziative adottate per evitare azioni gratuite e non necessarie, figlie di un modello basato sull'efficacia e non sull'efficienza. Le diverse strategie di conservazione e tutela sono messe in opera per preservare l'equilibrio globale del sistema non per cristallizzarlo.

Prendiamo il caso della foresta Amazonica. Essa ha un ruolo determinante nell'ecosistema globale. Uno delle maggiori cause del disboscamento è legata alla possibilità di fornire legname a basso costo per l'industria delle costruzioni nord americana ed europea. Il fatto che il fenomeno si sia aggravato con l'affermarsi del legno in campo edilizio come materiale considerato ecologico è un'esemplificazione dell'importanza delle connessioni ed evidenzia come soluzioni appropriate per uno specifico ambito possano non esserlo a livello di sistema globale. Lo stesso risultato, l'impiego del legno come materia prima nel settore edilizio, può essere ottenuto, a costo superiore, utilizzando legnami locali ricavati da aree vicine ai luoghi di costruzione ed adottando un sistema sostenibile di sfruttamento delle foreste che preveda la sostituzione degli alberi utilizzati. Il primo è un modo di vedere le cose basato su un modello costruito sul concetto di efficacia (massimizzazione del profitto indipendentemente dallo sfruttamento delle risorse) il secondo è approccio basato sul concetto di efficienza.

L'altro aspetto determinante è legato alla trasposizione di quello che in chimica viene definito principio di Le Chatelier³ o principio dell'equilibrio mobile. Esso implica che, quando un sistema in equilibrio viene perturbato per effetto di un'azione esterna, il

2. Il principio di Le Châtelier (noto anche come principio dell'equilibrio mobile), enunciato dall'omonimo chimico nel 1884, è un principio di termodinamica chimica, secondo il quale ogni sistema tende a reagire ad una perturbazione impostagli dall'esterno minimizzandone gli effetti. Il principio risulta valido solo per sistemi in equilibrio.

sistema reagisce in maniera da ridurre o annullare la sollecitazione stessa ristabilendo l'equilibrio.

La stessa cosa fanno gli ecosistemi, una volta perturbati tendono a ricreare nuove condizioni di equilibrio. Se la perturbazione è limitata e quindi reversibile essi la assorbono e tornano ad una configurazione in tutto o in gran parte simile a quella di partenza, se l'alterazione è troppo forte e quindi irreversibile essa causerà una nuova configurazione del sistema.

Il concetto di minimo ed i processi di riduzione attraverso cui esso opera presentano due caratteristiche intrinseche che li rende adatti a lavorare in una dimensione dinamica: la tendenza a ridurre le perturbazioni sui sistemi e la molteplicità dei processi di riduzione implementabili.

La prima consente di lavorare all'interno di ecosistemi complessi senza creare alterazioni tali da modificarli in modo irreversibile. La seconda permette sia di operare in modo sinergico su diversi livelli sia di modificare le strategie utilizzate a seconda delle esigenze introdotte dall'evoluzione dell'ecosistema.

3.2 Minimo sostenibile e architettura

Una volta evidenziato come il minimalismo, inteso come strumento teorico che supporta una comprensione differenziata dei processi di riduzione, rappresenti un approccio metodologico compatibile col paradigma della sostenibilità, si possono indagare le ricadute in ambito architettonico.

Esiste una tendenza, in architettura, come per altro in molti altri ambiti della cultura e della società contemporanea, che, sebbene non possa ancora contare su una base teorica organica e definita, ricorre a diverse forme di riduzione per cercare di rispondere alle problematiche della contemporaneità. Ad essa, come testimoniano i diversi esempi citati nel prossimo capitolo, è già ascrivibile una produzione di opere abbastanza cospicua, sviluppatasi per la maggior parte negli ultimi dieci anni che, per ragioni culturali, inizialmente soprattutto connesse all'attenzione alle tematiche ambientali, ha

avuto origine nel contesto nord e centro europeo, ma che ha trovato veloce diffusione su scala globale.

Il ricorso al concetto di minimo non è legato solo alla necessità, derivante dalla componente ecologica, di ridurre l'impatto ambientale dell'attività umana sull'ecosistema, ma ha radici più profonde legate alla ricerca di un metodo che permetta di orientarsi all'interno di una complessità il cui aumento esponenziale rischia di trasformarla da ricchezza ad inutile ridondanza.

Se il primo aspetto ha generato una forzata rivalutazione del tema del limite e la spinta verso l'idea di efficienza, il secondo ha posto seri dubbi sull'opportunità che l'architettura debba, in qualche modo, essere espressione fisica della complessità tipica della contemporaneità ed in particolare sull'approccio che prevede il ricorso alla complessità geometrica quale strumento per esprimere il dinamismo del flusso digitale.

L'azione combinata di questi due elementi ha comportato una rivalutazione del "principio di sobrietà"⁴ sia in relazione agli aspetti quantitativi che qualitativi del progetto.

La sostenibilità ha evidenziato la necessità della definizione di un metodo flessibile ed in grado di rimodularsi per lavorare contemporaneamente sui diversi campi e sulle loro connessioni. Questa non è correlata solo dall'aumento esponenziale delle variabili che ha riguardato tutti i campi compreso quello dell'architettura, ma soprattutto alla ridefinizione dei limiti della materia generata dai processi di ibridazione propri della contemporaneità.

Si tratta di una questione fondamentale perché, proprio la condivisione di un metodo, permette da un lato la coesistenza e la cooperazione di specialisti di molteplici discipline nello sviluppo del progetto architettonico, dall'altro fornisce uno strumento al progettista per adattarsi all'estensione potenzialmente infinita dei limiti della materia.

Come il contributo dell'orticoltore Piet Oudolf è stato imprescindibile per il progetto dell'High Line Park di New York, allo stesso modo il tema della mobilità sostenibile ha portato Carlo Ratti a sviluppare la Copenhagen Wheel. Per il pianificatore lo sviluppo delle reti informatiche ha ormai un'importanza equivalente a quella delle reti fisiche e, soprattutto, le une sono indispensabili per le altre.

In questo senso torna attuale, anche se con accezione molto diversa, il concetto di ope-

4. Cit. Bovati M., *Il Clima come fondamento del progetto*, Christian Marinotti Edizioni, Milano, 2017, p. 32.

5. Cit. Wagner R., *Das Kunstwerk der Zukunft*, Wiegand, Lipsia 1849 (trad. it. *L'opera d'arte dell'avvenire*, Rizzoli, Milano, 1983)

Il termine Gesamtkunstwerk, traducibile in italiano come opera d'arte totale, è stato originariamente impiegato, nel 1827 dallo scrittore e filosofo tedesco K. F. E. Trautdorff e poi utilizzato, a partire dal 1849, da Richard Wagner, nel saggio *Arte e rivoluzione* (*Die Kunst und die Revolution*). Esso esprime l'idea per cui le arti singole sono subordinate ad un unico proposito e la cui conseguenza. Il processo artistico è di conseguenza finalizzato alla realizzazione di una perfetta sintesi delle diverse arti per ottenere l'opera totale che da un lato costituisca l'espressione più profonda dell'anima di un popolo, dall'altro raggiunga l'universalità.

6. Cit. Ratti C., *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 2014, p. 3

ra onnicomprensiva, il Gesamtkunstwerk⁵ Wagneriano, la cui declinazione architettonica è sintetizzata dalla frase manifesto del Bauhaus "dal cucchiaio alla città".

Attualità che non sta nell'approccio modernista proprio dell'"architetto prometeico"⁶, ma che risiede nella necessità di trovare un metodo, universale e condiviso, in grado di connettere i diversi ambiti disciplinari indispensabili per affrontare la multidimensionalità e la complessità introdotte dal nuovo paradigma. Il Gesamtkunstwerk in questo senso non è più un obiettivo cui tendere, ma una necessità con cui confrontarsi. Non si tratta più di una questione di scala, ma di campo, o meglio di campi. Non si tratta più di una questione di conoscenza, ma di condivisione di conoscenza.

In questo senso l'aspetto interessante di B10 prototipo di edificio attivo progettato da Werner Sobek non risiede solamente nei suoi aspetti classicamente architettonici come la dimensione spaziale o formale, né nell'aspetto prestazionale. L'edificio, infatti, produce più energia di quella che serve al suo funzionamento grazie alla coesistenza di soluzioni passive e sofisticate soluzioni attive. L'elemento peculiare risiede nella capacità del progetto di integrare la dimensione della costruzione con quella dell'energia e della mobilità, diventando al contempo anello di congiunzione tra la componente fisica e , attraverso lo sfruttamento della digital technology, la rete energetica.

Un altro tema fondamentale riguarda le implicazioni architettoniche relative al passaggio dal concetto di efficacia a quello di efficienza imposto dal paradigma della sostenibilità.

Se la definizione del concetto è chiara, l'efficienza infatti presuppone il raggiungimento di un obiettivo attraverso l'impiego della quantità minima di risorse ed energia, non si può dire altrettanto della sua declinazione.

Contrariamente a quanto si sarebbe portati a credere, non si tratta di un aspetto limitato alla componente quantitativa del progetto, ma è proprio anche di quella qualitativa e, soprattutto, si esplica nella loro relazione. Il concetto stesso di sostenibilità, d'altronde, non permette più di pensare che aspetti qualitativi e quantitativi dell'architettura possano essere disaccoppiati. L'efficienza investe tutti i campi e le scale del progetto alla dimensione spaziale a quella funzionale, da quella formale a quella tecnologica, solo per citarne alcune.

Questo si traduce in una "ricerca dell'essenzialità intesa come razionalizzazione del progetto, atta a ridurre ed eliminare gli elementi superflui, tanto fisico-linguistici quanto spaziali-dimensionali, rispetto alle necessità che danno significato all'opera"⁷.

I processi di riduzione pertanto non comportano un impoverimento della dimensione ideativa del progetto, al contrario essi, presupponendo la ricerca dell'essenza quale punto di arrivo, sono indispensabili per portare il problema progettuale alla sua sintesi. Si tratta di un approccio in cui "ciò che va tolto è il dettaglio irrilevante e superfluo, ciò che va aggiunto è l'idea"⁸, come sottolinea Vittorio Magnago Lampugnani.

L'aspetto centrale del rapporto tra sostenibilità e architettura riguarda il fatto che la dimensione estetica non può più prescindere da quella prestazionale e viceversa. Come non è possibile rendere efficiente a posteriori un progetto costruito solo sulla base di istanze formali allo stesso modo non è possibile aggiungere a posteriori dignità compositiva e funzionale ad un progetto basato unicamente sull'idea di ottimizzazione della prestazione. Questo risponde al cambio di paradigma per cui l'efficienza di un sistema non è ottenibile come semplice somma di efficienza delle parti che lo compongono, ma va ricercata anche nella loro interazione. Si passa da un'idea di progetto come somma di parti (o aspetti) ad un'idea di progetto come relazione tra parti. Il progetto in questo senso non sarà la somma di minimi assoluti, ma la coesistenza armonica di minimi relativi.

Il concetto di minimalismo, inteso con l'accezione utilizzata in questa trattazione, grazie alla molteplicità di prospettive che lo caratterizzano e che gli permette di coniugare e bilanciare istanze qualitative e quantitative, rappresenta uno strumento adatto per operare nel contesto della contemporaneità. I diversi concetti di riduzione propri di minimo e mezzi, minimo e struttura e minimo e significato non solo coesistono e si combinano in configurazioni sempre differenti nel progetto architettonico, ma gli consentono di adattarsi alle specifiche condizioni al contorno ed alle istanze peculiari proprie di ogni singolo problema progettuale.

Il minimalismo risponde sia ad una delle grandi costanti che accomuna tutte le epoche storiche: cioè che ciò che è scomodo o sgradevole non è destinato a durare a lungo, sia ad un altro principio introdotto dalla contemporaneità per il quale "ciò che è troppo

7. Cit. Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura*, LetteraVentidue, Palermo, 2014

8. Cit. Lampugnani V.M., *L'essenza*, in *DOMUS* n. 741, settembre 1992

costoso non può più essere mantenuto"⁹.

É innegabile che il ricorso al concetto di minimo e ai processi di riduzione ad esso connessi comporti alcune caratteristiche ricorrenti quali la riduzione dei tratti formali, l'eliminazione di elementi superflui riconducibili ad istanze esclusivamente estetiche, chiarezza e immediatezza della distribuzione planimetrica, funzionalità e attenzione alla prestazione. Esso, più in generale, trasmette un'idea di eleganza, sobrietà e appropriatezza.

Tuttavia la validità del metodo risiede nel fatto che, come dimostrano le opere citate nel prossimo capitolo, le specifiche esigenze che il progetto deve soddisfare e le peculiari condizioni contorno ambientale, sociale ed economico generano progetti anche molto diversi per linguaggio, approccio spaziale, materiali, prestazioni, livello tecnologico che comunque sono accomunate dal fatto di soddisfare i requisiti imposti dal paradigma della sostenibilità.

3.3 I cinque punti del minimo sostenibile

Sebbene, come si è già avuto modo di illustrare il paradigma della sostenibilità abbia come postulato imprescindibile la necessità di lavorare contemporaneamente su diversi campi e sulle loro connessioni e non possa essere risolto attraverso la somma di soluzioni distinte di sottoproblemi, per meglio indagare sugli aspetti che legano minimo e sostenibilità si sono individuati cinque ambiti: energia, spazio, materia, ambiente e tecnologia.

Per ogni uno di essi si sono evidenziati ed argomentati gli elementi teorici imposti dal nuovo paradigma e si sono individuati i processi di riduzione utilizzabili tra quelli propri di minimo e mezzi, minimo e significato e minimo e struttura.

In estrema sintesi ad esempio l'energia sottende sia gli aspetti prestazionali legati all'efficienza energetica e quindi legati ai processi di riduzione afferenti a minimo e significato, sia quelli connessi all'equilibrio tra componenti qualitative e quantitative quindi che coinvolgono i processi propri di minimo e struttura.

9. Cit. Hegger M. Fuch S. Stark T. Zeumer M., Atlante della Sostenibilità e della efficienza energetica degli edifici, Utet Scienze Tecniche, Milano, 2008

L'ambito spaziale introduce non solo concetti come quello di spazio minimo e di flessibilità che coinvolgono aspetti legati a minimo e mezzi e minimo e significato, ma anche concetti come quello di "efficienza incorporata"¹⁰ e di indeterminatezza che coinvolgono i processi tipici di minimo e struttura.

La materia sottende gli aspetti legati al peso ecologico dell'edificio e ai suoi impatti. Essa coinvolge principalmente i processi di riduzione propri di minimo e mezzi.

L'ambito ambientale, partendo dalla ridefinizione di termini come naturale e culturale, analizza alcune tematiche specifiche come l'utilizzo del verde ed altre più generali come il rapporto tra nuovo ed esistente. Questo comporta processi di riduzione legati soprattutto a minimo e struttura e minimo e mezzi.

La sfera tecnologica analizza la questione delle reti e il tema del rapporto tra statico e dinamico, che coinvolge principalmente i processi di riduzione alla base di minimo e significato. Inoltre in essa si approfondisce il rapporto tra sistemi attivi e passivi che coinvolge principalmente quelli relativi a minimo e struttura.

Come si avrà modo di evidenziare tutti i progetti esemplificativi dei diversi ambiti, presentando le caratteristiche proprie della sostenibilità, implementano strategie e scelte progettuali che non sono relative al solo punto per cui vengono portati ad esempio, ma presentano elementi propri anche di tutti gli altri ambiti e soprattutto sono frutto della loro interrelazione.

Tutti, anche se in modo diverso, coniugano sistemi attivi e passivi, tutti sono caratterizzati da elevati standard di efficienza energetica, tutti sottendono scelte relative alla questione del peso ecologico dei materiali impiegati e così via.

La necessità, peculiare della sostenibilità, di valutare l'effettivo impatto del progetto sull'ecosistema a livello locale e globale e il fatto che esista una tendenza, derivante dall'universalità e dalla forza penetrativa del concetto, all'utilizzo estensivo ed autoreferenziale del termine con l'unico fine di aggiungere valore al progetto, rende necessaria la definizione di un sistema di valutazione condiviso.

Questa istanza è resa evidente dalla nascita di numerosi metodi di classificazione, quasi tutti inizialmente derivanti dalla valutazione dall'aspetto energetico o relativi principalmente ad esso. Leed, Casaclima, Passivhaus, Itaca, Beam, Minergie sono esempi di pro-

10. Cit. Owen D., Green Metropolis. La città è più ecologica della campagna, Egea, Milano, 2010, p. 157

Con il termine efficienza incorporata l'autore indica tutte quelle scelte progettuali, di pianificazione e quegli elementi propedeutici al progetto che, sono difficilmente quantificabili, e pertanto difficilmente valutabili dai protocolli di valutazione, ma che hanno ricadute sostanziali sulla sostenibilità degli interventi. Come si evidenzierà in seguito ricadono in questo ambito il concetto di densità, quello di riduzione degli spazi, ma anche aspetti legati alla collocazione degli edifici in relazione al raggio d'azione del fruitore.

toccolli, rilasciati da enti pubblici, privati o misti, finalizzati a certificare l'efficienza energetica o, più in generale, la sostenibilità globale di un progetto.

La questione ha due risvolti il primo riguarda l'effettiva validità teorica degli stessi, ovvero la loro capacità di evidenziare e promuovere approcci realmente sostenibili, il secondo riguarda la possibilità di classificare elementi in cui coesistono aspetti quantitativi e qualitativi.

Si tratta di un tema piuttosto delicato dato che è innegabile che l'impostazione del protocollo indirizzi, in modo spesso anche rilevante, alcune scelte progettuali e che gli assunti di base lascino adito a molte discussioni.

In questo senso la scelta effettuata in questa ricerca di ricorrere quasi esclusivamente ad edifici certificati, quindi sottoposti alla validazione di un ente terzo è volta ad eliminare il più possibile la componente discrezionale ed autoreferenziale. Questo approccio trae origine dall'esperienza professionale in cui si evidenzia, per molteplici ragioni che vanno dall'impreparazione e dalla mancanza di sensibilità sul tema dei soggetti coinvolti, alla mancanza di controlli in fase realizzativa, una sostanziale non rispondenza tra la prestazione indicata in fase progettuale e quella effettiva dell'edificio e l'assoluta inefficacia del sistema di certificazione nazionale. Criticità non riscontrabili negli edifici certificati da enti come Casaclima o Passivhaus dove il livello prestazionale effettivo dell'edificio risulta, dalle statistiche, con buona approssimazione, conforme a quello previsto in fase progettuale.

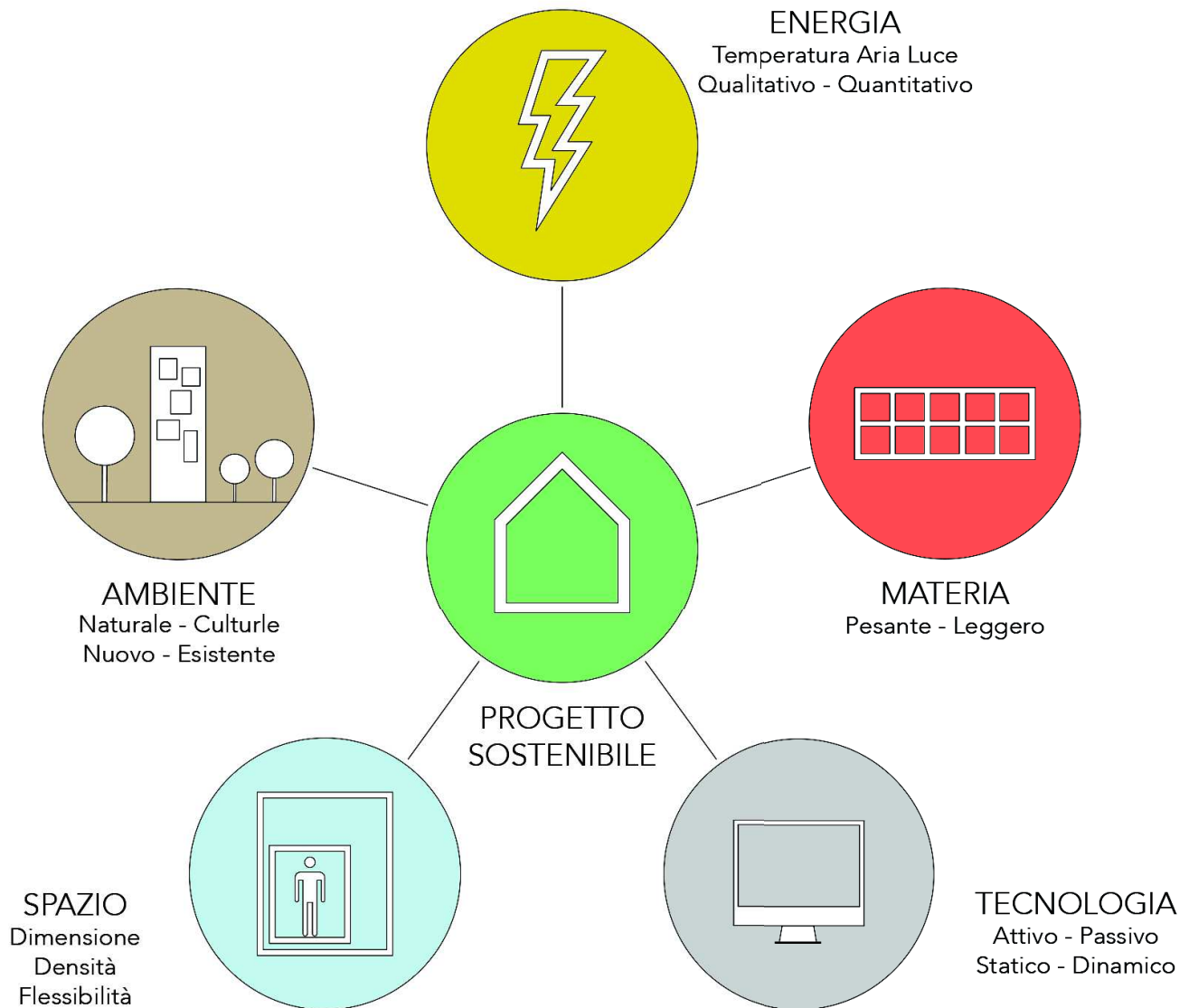
Questo è dovuto principalmente all'iter di certificazione che prevede che l'ente verifichi e validi il progetto, effettui controlli in fase esecutiva e prove in sito prima di rilasciare la certificazione.

Quanto alle questioni di metodo si è proceduto con una valutazione specifica caso per caso. Alcuni protocolli come il Leed, ad esempio, hanno un sistema per il quale anche edifici connotati da prestazioni energetiche non ottimali possono venire considerati altamente sostenibili. Inoltre in alcuni metodi di classificazione l'incidenza delle fonti rinnovabili nella valutazione dell'efficienza energetica globale dell'organismo edilizio può risultare preponderante rispetto agli aspetti legati all'efficienza dell'involucro. Elemento come vedremo contrario ad un approccio basato sul concetto di efficienza. Questo

aspetto è stato affrontato studiando nel dettaglio il bilancio energetico di tutti gli edifici proposti e verificando la loro effettiva filosofia progettuale (fanno eccezione due edifici particolari realizzati in paesi in via di sviluppo per i quali sono state fatte specifiche considerazioni). Lo stesso metodo di selezione, basato sull'analisi specifica del progetto, è stato adottato sia per la selezione qualitativa dei progetti sia per gli eventuali aspetti relativi al concetto di efficienza incorporata.

▷ Schema grafico dei cinque ambiti del progetto sostenibile.

5 PUNTI DEL PROGETTO SOSTENIBILE



LESS IS MORE GREEN

4.

È stato uno dei miei mantra, concentrazione su una cosa e semplicità. La semplicità può essere più difficile della complessità: devi lavorare duro per ripulire il tuo pensiero e renderlo semplice. Ma alla fine paga, perché una volta che ci riesci puoi spostare le montagne

Steve Jobs

Progetto Sostenibile 5 punti

4.1 Minimo e Energia

1. La sigla ISO 9000 identifica una serie di normative e linee guida sviluppate dall'Organizzazione internazionale per la normazione che definiscono i requisiti per la realizzazione all'interno di un'organizzazione di un sistema di gestione della qualità, al fine di condurre i processi aziendali, migliorare l'efficienza nella realizzazione del prodotto e nell'erogazione del servizio.

2. Cit. Hegger M. Fuch S. Stark T. Zeumer M., Atlante della Sostenibilità e della efficienza energetica degli edifici, Utet Scienze Tecniche, Milano 2008, p. 24

Il raggiungimento di un obiettivo può essere perseguito secondo modalità basate sui concetti di efficienza o di efficacia.

Una procedura si definisce efficace se permettere di raggiungere un determinato obiettivo indipendentemente dal dispendio di energia o di denaro utilizzato. Si tratta di un approccio che prevede l'adozione di corrette strategie indipendentemente dall'utilizzo di mezzi a esse connesso.

Una procedura si dice, invece, efficiente se permette di raggiungere un obiettivo con il minimo dispendio di mezzi. "Rapporto tra il risultato ottenuto e mezzi utilizzati" è la definizione di efficienza adottata dalla norma ISO 9000¹.

Poiché "il concetto di efficienza non implica unicamente la strategia della correttezza, bensì la correttezza delle strategie"² risulta evidente che per sua natura il concetto di minimo opera per efficienza e non per efficacia.

In linea teorica, si possono garantire le condizioni interne di esercizio desiderate sia attraverso un edificio caratterizzato da un involucro scadente ed un impianto in grado di erogare potenze elevate sia attraverso un involucro prestazionale ed un impianto di potenza molto ridotta. Nel primo caso si tratta di un approccio basato sull'efficacia, nel secondo sull'efficienza.

Il paradigma della sostenibilità obbliga al passaggio da un'idea di architettura basata

sull'idea di efficacia ad una basata sull'idea di efficienza.

Sebbene l'aspetto energetico non sia sufficiente a definire la sostenibilità di un organismo edilizio non è un caso che rappresenti uno dei pilastri fondamentali della sostenibilità, soprattutto nei paesi avanzati.

Il termine efficienza energetica indica infatti la capacità di un sistema fisico di ottenere un dato risultato utilizzando meno energia rispetto ad altri sistemi detti a minor efficienza, aumentandone generalmente il rendimento e consentendo dunque un risparmio energetico ed una riduzione dei costi di esercizio.

Il rapporto tra minimo ed energia non è semplicemente basato sul bilancio dell'energia globalmente consumata dall'edificio rispetto a quella prodotta, ma sottende un approccio legato all'efficienza basato in primis sulla riduzione. Tornando all'esempio iniziale si potrebbe sostenere che, in linea teorica, si possono garantire le condizioni interne di esercizio desiderate e la riduzione degli impatti ambientali sia attraverso un edificio caratterizzato da un involucro scadente ed un impianto in grado di erogare potenze elevate alimentato da fonti energetiche rinnovabili sia attraverso un involucro prestazionale ed un impianto di potenza molto limitata. È evidente che l'utilizzo di fonti rinnovabili non cambia nulla a livello di strategia di fondo. Nel primo caso si è sempre di fronte ad un approccio basato sull'efficacia, nel secondo sull'efficienza.

Questo assunto è dimostrato da un rapporto³ della Royal Academy of Engineering del Regno Unito del 2010 che dimostra come siano inefficaci interventi di retrofit che consistano nell'installazione di dispositivi tecnologici per la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili su edifici esistenti.

Affrontare il tema dei consumi energetici di un edificio significa analizzare l'intero ciclo di vita della struttura. Si devono comprendere diverse fasi: la costruzione, l'uso, la manutenzione e la dismissione facendo riferimento al parametro fondamentale che è l'effettivo tempo di vita dell'organismo edilizio.

In linea di principio i consumi relativi alla fase d'uso risultano sempre dominanti rispetto a quelli relativi alle altre fasi, tuttavia, in edifici progettati per avere elevate prestazioni, come gli edifici passivi⁴ o gli NZEB⁵, i consumi in fase di esercizio sono talmente ridotti da avvicinarsi a quelli della fase di costruzione. Questo è il motivo per cui sebbene l'ef-

3. "Made For The Future" rapporto della Royal Academy of Engineering redatto da Dogh King professore ospite di fisica ingegneristica presso l'Università di Bath.

Il rapporto è consultabile sul sito <https://www.raeng.org.uk>

4. Con il termine edificio passivo si intende un edificio che copre la maggior parte del proprio fabbisogno termico ricorrendo a dispositivi di tipo passivo, lasciando fornire agli impianti la minor parte dei fabbisogni per riscaldamento e raffrescamento ambientali.

Si tratta di edifici in grado di garantire un alto livello di comfort con un consumo ridotto di energia.

5. Vedi cap. 1 nota 25

ficienza energetica non sia l'unico parametro per definire la sostenibilità di un progetto ne costituisce un aspetto imprescindibile.

In questa parte della trattazione si analizza la fase di esercizio dell'immobile mentre gli aspetti relativi alla parte di costruzione e dismissione sono approfonditi nella parte di trattazione che riguarda minimo e materia (cap. 4.3).

4.1.1 Temperatura Aria Luce

Da sempre uno dei motivi fondamentali per cui l'uomo costruisce edifici è proteggersi dalle intemperie e dalle condizioni climatiche esterne creando ambienti con condizioni più equilibrate e più adatte alle proprie esigenze fisiche.

Nel corso del tempo al progredire della tecnica e della tecnologia è corrisposto un contestuale aumento degli standard richiesti dagli utenti e delle loro necessità.

Questo aspetto non ha riguardato solo le condizioni di comfort legate al mantenimento di livelli di temperatura interni sempre più costanti e distanti da quelle dell'ambiente esterno, ma ha coinvolto molteplici aspetti.

La normativa in materia di contenimento dei consumi energetici in edilizia esprime la prestazione energetica dell'edificio come somma di sei componenti: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione, trasporto di persone. L'indice di prestazione energetica globale⁶, composto dalla parte rinnovabile e non rinnovabile, è il parametro utilizzato per definire il comportamento energetico teorico di un organismo edilizio.

6. Il concetto di indice di prestazione energetica globale e le relative verifiche sono attualmente disciplinati dal DM 26.06.2015.

Le norme UNI/TS 11300 disciplinano le modalità di calcolo dei servizi energetici per riscaldamento (H), raffrescamento (C), acqua calda sanitaria (W), ventilazione (V), illuminazione (L), trasporto (T) e globale (GL), e dei contributi rinnovabili (REN) e non rinnovabili (NREN).

$$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$$

EP_{gl} = indice di prestazione energetica globale

EP_H = indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

EP_W = indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;

EP_V = indice di prestazione energetica per la ventilazione;

EP_C = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

EP_L = indice di prestazione energetica per l'illuminazione;

EP_T = indice di prestazione energetica per il trasporto di persone

Tutto questo è subordinato alla disponibilità di energia il cui utilizzo non è né gratuito, né esente, come ormai acclarato, da effetti collaterali indesiderati.

Queste considerazioni elementari dovrebbero essere sufficienti a far ritenere gli aspetti energetici come elementi imprescindibili dell'architettura alla pari, ad esempio, i quelli strutturali.

In realtà non è così perché, se l'interazione tra struttura, forma e spazio ha rappresentato da sempre uno degli aspetti centrali dell'evoluzione architettonica, e ha mantenuto, anche di fronte a fenomeni di "esplosione della forma" una sua rilevanza, gli aspetti energetici sono tutt'ora relegati ad un ambito specialistico spesso sconnesso da quello ideativo.

Anche oggi che quello dell'efficienza energetica è diventato, grazie a diverse istanze, un tema centrale del dibattito architettonico e si va sempre più verso una progettazione di tipo integrato, questo ambito, nella pratica, è relegato alla conoscenza specialistica mentre le sue basi elementari vengono ignorate da molti progettisti.

Il risultato, come sottolinea Juhani Pallasmaa, è un prevalere dell'egemonia visiva per cui "la sostenibilità viene per lo più considerata un'aspirazione estetica o metaforica invece di analizzare il risultato effettivo"⁷. Si ricorre ad un linguaggio fatto di sovradimensionamento delle aperture, schermature di vario tipo, utilizzo di facciate ventilate, soluzioni materiche come il ricorso al legno in facciata o l'utilizzo del verde senza una comprensione globale degli effetti che questi elementi hanno sull'effettivo comportamento dell'edificio e senza considerare che un utilizzo non consapevole di questi elementi può essere controproducente peggiorando il comportamento complessivo dell'organismo edilizio.

Un edificio efficiente dal punto di vista energetico è il frutto di un processo progettuale integrato ed iterativo, fortemente influenzato dalle specifiche condizioni al contorno, basato su due aspetti: l'efficienza dell'involucro e quella dell'impianto.

7. Cit. Bolzani M. Marzot N., Architettura per un territorio sostenibile. Città e paesaggio tra innovazione tecnologia e tradizione, Skira, Milano 2010, p. 32

8. Cit. Owen D., Green Metropolis. La città è più ecologica della campagna, Egea, Milano, 2010, p. 184

Il termine si riferisce a quelle fonti di energia elettrica che possono essere utilizzate su richiesta degli operatori in base alle esigenze del mercato. La potenza di questo tipo di sistemi di generazione può essere regolata in base a precisi ordini. Questa caratteristica non è, allo stato attuale, propria di fonti energetiche quali l'energia eolica e l'energia solare fotovoltaica. Gli unici tipi di energia rinnovabile che presentano questa caratteristica senza ricorrere a sistemi di accumulo sono la conversione di energia termica da biomassa, geotermia e generazione da moto ondoso.

L'approccio corretto a questo tipo di progettazione può essere riassunto in tre punti:

- ottimizzazione dell'efficienza dell'involucro;
- ottimizzazione dell'efficienza dell'impianto;
- implementazione di fonti energetiche rinnovabili;

L'idea di fondo è sostanzialmente quella di creare un involucro climatizzato che, per mantenere le condizioni interne di esercizio desiderate, richieda un fabbisogno energetico molto basso. Utilizzare un impianto per coprire il fabbisogno necessario di potenza limitata, ma molto efficiente dotato quindi di un rendimento molto elevato. Infine è necessario coprire il fabbisogno di energia primaria del sistema edificio - impianto attraverso fonti energetiche rinnovabili.

Risulta evidente che si tratta di un metodo per il quale le prestazioni di un edificio sono in primo luogo conseguenza diretta delle scelte effettuate in fase progettuale sul piano compositivo, di definizione dei particolari costruttivi, di scelta dei materiali in relazione al loro comportamento fisico e dell'interazione di questi elementi con l'ambiente circostante.

La scelta di mettere in primo piano l'efficienza e di subordinare ad essa la definizione delle fonti energetiche è fondamentale in quanto, a tutt'oggi, le fonti rinnovabili più utilizzate, ovvero il solare e l'eolico sono per loro natura intermittenti e mancano di una qualità fondamentale nota come "dispatchability"⁸, ovvero la capacità di un impianto di aumentare o diminuire la produzione di energia in qualsiasi momento su richiesta.

In questo tipo di approccio le specifiche condizioni del sito clima, (microclima, topografia, radiazione solare, venti) e quelle di utilizzo influenzano in modo significativo le scelte progettuali.

Comprendendo gli elementi che compongono il bilancio energetico globale di un edificio, è facile intuire che un edificio studiato per essere estremamente efficiente in climi freddi avrà un comportamento energetico pessimo se collocato in zone caratterizzate da climi caldi e viceversa.

L'energia che l'impianto deve fornire per mantenere la temperatura costante in un

ambiente è data dalla differenza tra perdite (ventilazione e trasmissione) e guadagni (apporti solari e apporti interni). Nel periodo invernale gli apporti hanno un'influenza positiva pertanto il bilancio energetico è dato dalla differenza delle perdite meno i guadagni, nel periodo estivo è vero il contrario pertanto il bilancio è dato dalla differenza dei guadagni meno le perdite.

Questo investe sia aspetti di progettazione compositiva sia di scelte dei materiali. Gli apporti solari, connessi al posizionamento e dimensionamento delle aperture finestrate hanno un effetto vantaggioso nel bilancio invernale, svantaggioso in quello estivo. Allo stesso modo tipologie costruttive come quelle del telaio in legno hanno un ottimo comportamento invernale (sono dotate di una trasmittanza molto bassa), ma un comportamento estivo carente in quanto generalmente sono dotate di una trasmittanza termica dinamica alta.

Fino ai tempi recenti in realtà i sistemi di classificazione e la progettazione energetica degli edifici si concentravano sul calcolo analitico della componente invernale dando, per le aree climatiche connotate da climi caldi o temperati una lettura parziale e spesso distorta dell'effettivo comportamento energetico dell'organismo edilizio. Questo è dovuto a due ragioni fondamentali: il fatto che il concetto di efficienza energetica è storicamente legato al fabbisogno di riscaldamento invernale e l'effettiva difficoltà nel calcolo del comportamento estivo.

Se infatti il fabbisogno invernale è calcolabile con buona approssimazione con metodologie che impiegano l'ipotesi di regime stazionario o semistazionario, queste ipotesi non possono essere utilizzate per il calcolo del fabbisogno estivo che richiede simulazioni in regime dinamico molto più gravose e complesse.

Il ruolo fondamentale dell'information technology in relazione all'efficienza energetica sta proprio nella possibilità di effettuare, attraverso l'impiego di software molto sofisticati, analisi dinamiche che permettono di avere un quadro completo del comportamento dell'edificio durante tutto l'anno e che permettono di capire il reale funzionamento ed efficacia delle soluzioni passive impiegate.

Paradossalmente il livello più sofisticato di progettazione è richiesto proprio dalle componenti passive del progetto e non da quelle attive. Sistemi di sfruttamento degli

▷ Joannes Nägele - centro comunitario di Innerbraz (2017) - Innerbraz (Austria) - vista prospetto principale

Fonte: © Christian Flatscher





◁ Werner Sobek - F87
(2011), Berlino (Germania)
- vista sud
Fonte: © Matthias Koslik

▽ Werner Sobek - F87
(2011), Berlino (Germania)
- vista ovest
Fonte: © Matthias Koslik



apporti solari e sistemi di ventilazione naturale ad esempio possono avere influenza sia positiva che negativa sul bilancio energetico dell'edificio al variare delle condizioni esterne. È indispensabile studiare il comportamento globale nel corso di tutto l'anno per poter capire l'effettivo vantaggio o svantaggio connesso al loro impiego.

Questa consapevolezza, soprattutto in climi come quelli della fascia temperata caratterizzati dall'alternanza di periodi freddi e periodi caldi, ha portato ad un atteggiamento più pragmatico verso l'equilibrio tra componenti attive e passive. Se, nell'approccio proprio del minimalismo ecologico, alla cui base c'è il concetto di efficienza, le seconde sono da preferire va comunque fatta una valutazione quantitativa tra i vantaggi e gli svantaggi che esse generano. La regola consiste sempre nello scegliere la soluzione globalmente più vantaggiosa.

Naturalmente le ricadute formali nella progettazione di edifici ad alta efficienza energetica connesse a queste dinamiche sono rilevanti. Basti pensare alle differenze formali tra gli edifici solari della prima generazione come quelli del quartiere Sonnenschiff di Friburgo (2003-2006) in cui l'aspetto dominante è l'ostentazione degli elementi volti allo sfruttamento degli apporti solari ed alla produzione di energia solare termica e fotovoltaica e gli edifici ad alta efficienza energetica di nuova generazione come il municipio di Innerbraz (2017) di Joannes Nägele o F87 di Werner Sobock.

Il centro comunitario di Innerbraz è un edificio che grazie alla commistione di soluzioni compositive e di scelte tecnologiche relative all'involucro riesce a raggiungere prestazioni energetiche estremamente elevate tali da permettergli di raggiungere gli standard di casa Passiva.

Le scelte progettuali legate alla definizione di un rapporto superficie volume compatto e alla collocazione e dimensionamento delle superfici finestate sono affiancate da un involucro, adatto per il clima in cui l'edificio è inserito caratterizzato da basse trasmittanze sia nelle componenti opache che trasparenti e dall'assenza di ponti termici. A livello impiantistico va evidenziata la presenza di un sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore.

Il risultato è un organismo edilizio caratterizzato da un fabbisogno per la climatizzazione molto ridotto (24 kWh/m²a calcolato secondo lo standard PHPP). Gli aspetti energe-

tici coesistono con istanze compositive e formali volte a relazionare il nuovo organismo edilizio con il contesto esistente. L'edificio è infatti inserito in un tessuto urbano caratterizzato dalla presenza di un plesso scolastico e la sua presenza concorre alla definizione e al riassetto delle aree esterne pubbliche.

Un approccio concettuale simile, è dell'edificio pilota denominato F87 di Werner Sobek ubicato nel quartiere Kurfürstendamm di Berlino. Si tratta di un edificio attivo, in grado cioè di produrre più energia di quella che serve per il suo funzionamento, progettato secondo il principio del "Triple Zero"⁹ (vedi cap. 4.5.3) che funziona attraverso l'ottimizzazione della commistione di componenti attive e passive. Esso pur garantendo prestazioni energetiche molto elevate e proponendo un linguaggio marcatamente contemporaneo non ostenta soluzioni tecnologiche o formali proprie dello stereotipo dell'edificio sostenibile.

4.1.2 Qualitativo Quantitativo

Le tematiche di carattere energetico traggono origine dall'ambito culturale ingegneristico - scientifico non da quello umanistico e questo ha fatto sì che esse abbiano trovato applicazione prima in ambito tecnologico - costruttivo che in quello spaziale - compositivo.

Questo ha generato una dicotomia tra sostenitori dell'approccio qualitativo al progetto e sostenitori dell'approccio quantitativo.

I primi sono fautori di un atteggiamento progettuale che considera gli aspetti energetici e più in generale quelli legati alla sostenibilità come una semplice aggettivazione del progetto, implementabile a posteriori rispetto allo sforzo ideativo. In questo modo essi ignorano completamente il rapporto tra scelte compositive e funzionamento energetico.

I secondi hanno assecondato una deriva deterministica per la quale il tema energetico risulta talmente preminente da orientare le scelte progettuali unicamente sulla base del parametro climatico, facendolo diventare l'elemento esclusivo su cui si basano le

9. Triple Zero[®] è uno standard per l'architettura sostenibile sviluppato da Werner Sobek. Definisce le esigenze che un edificio deve soddisfare per soddisfare le aspirazioni in materia di sostenibilità nell'ambiente costruito. Esso si basa su tre assunti energia zero, emissioni zero, rifiuti zero.

10. Bradaschia M. Modena M. Zilio A., La costruzione tecnologica dell'architettura. Architettura, materiali, tecniche, costruzione, gestione, dismissione, EUT Edizioni Università di Trieste, Trieste 2018

Le successive schede hanno la funzione di fornire i requisiti minimi per la comprensione del funzionamento energetico degli edifici necessari alla comprensione delle tematiche trattate. Esse sono un compendio tratto dai capitoli 8 e 9 da me curati all'interno dell'opera sopra citato.

BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO¹⁰

L'indice di prestazione energetica globale, composto dalla parte rinnovabile e non rinnovabile, è il parametro utilizzato per definire il comportamento energetico teorico di un organismo edilizio. Esso si compone di una serie di elementi la cui somma rappresenta il consumo totale di energia primaria dell'organismo edilizio riferito all'unità di superficie.

$$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$$

EP_{gl} = indice di prestazione energetica globale

EP_H = indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

EP_W = indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;

EP_V = indice di prestazione energetica per la ventilazione;

EP_C = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

EP_L = indice di prestazione energetica per l'illuminazione;

EP_T = indice di prestazione energetica per il trasporto di persone

Sebbene si possa affermare che la fase ideativa del progetto architettonico e le scelte a livello compositivo e tecnico influenzano in modo, più o meno diretto, tutti gli elementi dell'equazione è evidente che le ricadute

su alcuni di questi ambiti sono più significative rispetto ad altri.

Questo riguarda soprattutto la climatizzazione dell'organismo edilizio (EP_H , EP_C) e gli aspetti legati all'illuminazione (EP_L).

Un corretto approccio al progetto presuppone la conoscenza di alcuni elementi di base inerenti il funzionamento energetico dell'edificio che permettono di sfruttare le condizioni al contorno e le specifiche istanze del problema progettuale per ottimizzare il comportamento dell'organismo edilizio.

1. CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA

Uno degli aspetti predominanti nel bilancio energetico complessivo di un organismo edilizio è quello legato al mantenimento delle condizioni di temperatura interna desiderate.

L'energia dispersa attraverso l'involucro di un organismo edilizio è il risultato di diversi meccanismi di scambio termico e di trasmissione del calore che interagiscono e si sovrappongono gli uni gli altri.

Questi fenomeni sono descrivibili in modo dettagliato solo attraverso un'analisi di tipo dinamico, tuttavia per avere un'idea di come funziona il bilancio energetico di un edificio e comprendere le ricadute delle scelte inerenti la progettazione architettonica dell'organismo

edilizio è utile fare riferimento al modello semi-stazionario basato sul bilancio medio mensile proposto dalla norma UNI/TS 11300.

Per una maggiore comprensione si può pensare di suddividere il problema in tre ambiti:

- il comportamento dell'involucro;
- il comportamento dell'apparato impiantistico;
- la copertura da fonti energetiche rinnovabili;

Il fabbisogno netto di energia termica di un edificio può essere definito come la quantità di calore che deve essere fornita o sottratta ad un ambiente climatizzato per mantenere le condizioni di temperatura desiderate durante un dato periodo di tempo. Esso altro non è che il bilancio tra le perdite o dispersioni attraverso l'involucro e gli apporti o guadagni gratuiti e rappresenta la sintesi dell'interazione di due aspetti fondamentali: le scelte a livello di progettazione architettonica e quelle a livello tecnologico inerenti agli elementi costruttivi e i materiali che compongono l'involucro. In realtà l'energia che l'impianto deve fornire, sia esso deputato alla climatizzazione invernale o estiva, è maggiore del fabbisogno dell'involucro a causa delle varie perdite impiantistiche legate alla gestione e alla trasformazione dell'energia.

Il fabbisogno di energia primaria del sistema edificio impianto può essere definito come l'energia fornita all'edificio da un impianto di climatizzazione (riscaldamento o raffrescamento) partendo dal fabbisogno netto dell'involucro e tenendo conto dei rendimenti dell'impianto

scelto. Risulta evidente che il fabbisogno di energia primaria è sempre maggiore del fabbisogno netto di energia. La copertura da fonti energetiche rinnovabili rappresenta la percentuale del fabbisogno di energia primaria che viene soddisfatto da fonti energetiche rinnovabili (solare, eolico, geotermia,). In un'ottica di rapporto tra minimo e sostenibilità una corretta progettazione deve avere come principale obiettivo la minimizzazione del fabbisogno netto di energia termica di un edificio perché questo consente di ridurre sia la potenza per gli impianti di climatizzazione (invernale o estiva) sia la potenza degli impianti per la produzione di energia rinnovabile a servizio dell'edificio. Di seguito si riportano gli elementi base per comprendere il bilancio energetico di un edificio.

A. SUPERFICIE E VOLUME DI RIFERIMENTO

Per involucro e volume si intendono, dal punto di vista energetico, sempre ed esclusivamente il volume climatizzato e la superficie che lo delimita. Come evidenziato dalla figura raramente esse coincidono con il volume e la superficie architettonica.

Le componenti che costituiscono l'involucro sono:

- involucro opaco
- involucro trasparente
- schermature

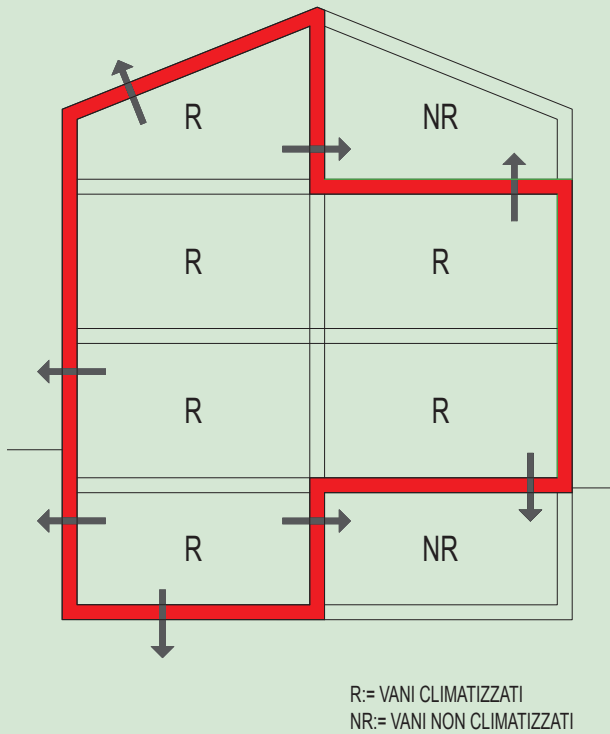


Fig. 1: superficie e volume di riferimento

B. ATTORI DEL BILANCIO ENERGETICO DELL'INVOLUCRO

Le perdite sono di due tipologie: perdite per trasmissione e perdite per ventilazione.

-Le **perdite per trasmissione** (Q_T) rappresentano gli scambi di calore che avvengono attraverso gli elementi che compongono l'involucro, siano essi opachi o trasparenti.

Esse sono correlate sia alle condizioni climatiche in cui si trova l'edificio sia alle caratteristiche degli elementi che lo compongono.

- Le **perdite per ventilazione** (Q_v) rappresentano gli scambi di calore generati dagli scambi d'aria, voluti o non voluti, che avvengono tra interno ed esterno attraverso l'involucro.

Gli scambi d'aria voluti sono quelli relativi ai ricambi necessari per mantenere la salubrità degli ambienti, quelli non voluti sono quelli relativi alla mancata ermeticità dell'organismo edilizio (spifferi, fessure nella costruzione, ...).

La somma di questi due elementi costituisce quindi il

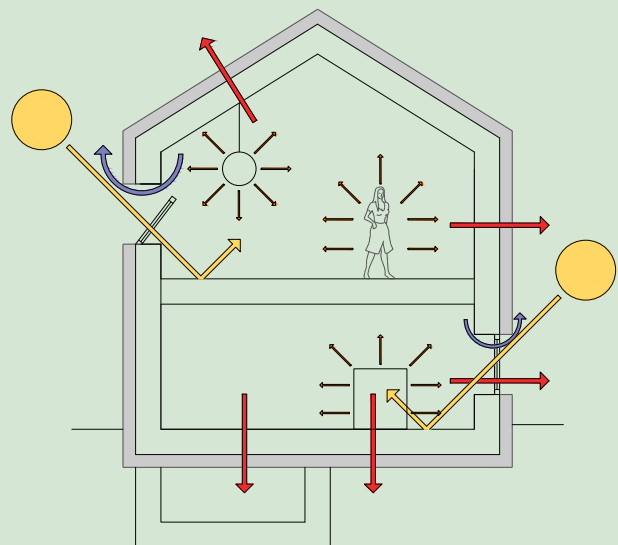


Fig. 2: attori del bilancio energetico dell'involucro

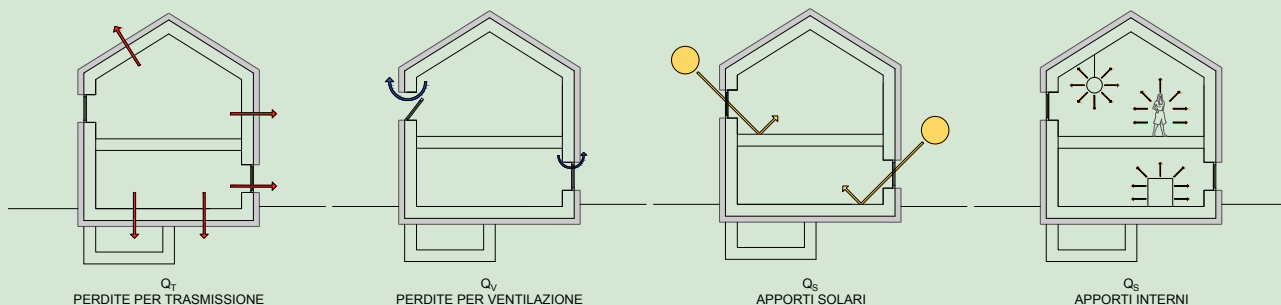


Fig. 3: attori del bilancio energetico dell'involucro perdite per trasmissione e ventilazione e apporti solari e interni

totale delle perdite di un organismo edilizio.

I guadagni sono di due tipologie: i apporti solari e gli apporti interni.

- **Gli apporti solari (Q_s)** rappresentano la quantità di calore fornita dalla radiazione solare che penetra nell'involucro attraverso le superfici trasparenti.

- **Gli apporti interni (Q_i)** rappresentano la quantità di calore prodotta all'interno dell'involucro dalle apparecchiature, dalle persone presenti e dalle attività in esso svolte.

C. BILANCIO ENERGETICO DELL'INVOLUCRO

Sulla base di questi elementi si può redigere un bilancio energetico dell'edificio in regime invernale ed in regime estivo.

Per capire meglio in cosa consista il bilancio energetico di un edificio nell'ipotesi di regime semistazionario o semistazionario è utile ricorrere ad una analogia idraulica.

Immaginiamo di rappresentare l'edificio come un recipiente e che il livello dell'acqua in esso contenuta indichi la temperatura interna di progetto dell'edificio stesso.

Il recipiente presenta una serie di buchi da cui fuoriesce del liquido, ma contemporaneamente vi sono e delle sorgenti che riversano del liquido "gratuitamente" al suo interno.

L'acqua che fuoriesce attraverso i buchi rappresenta le perdite per trasmissione e per ventilazione mentre le sorgenti che buttano del liquido all'interno del recipiente rappresentano gli apporti solari e gli apporti interni. Mantenere una temperatura interna costante significa mantenere costante il livello dell'acqua all'interno del contenitore. Poiché generalmente la quantità d'acqua che esce attraverso i buchi è diversa da quella che viene riversata nel recipiente attraverso le sorgenti, per mantenere il livello dell'acqua interno costante sarà necessario inserire o togliere del liquido.

La quantità d'acqua che è necessario aggiungere nei mesi invernali o togliere nei mesi estivi rappresenta il

fabbisogno di energia netta o ideale da fornire al sistema.

Se immaginiamo che il rubinetto che fornisce acqua al recipiente (caso invernale) sia collegato ad una tubazione con delle valvole che perdono del liquido è evidente che la sorgente che alimenta il rubinetto deve fornire una quantità d'acqua maggiore rispetto a quella che entra effettivamente nel recipiente.

Allo stesso modo se immaginiamo che la pompa che

la estrae il liquido dal recipiente (caso estivo) sia collegati ad una tubazione con delle valvole che perdono è evidente che la pompa dovrà estrarre una quantità d'acqua maggiore rispetto a quella effettivamente asportata dal recipiente.

L'acqua effettivamente fornita o estratta dalla sorgente collegata al rubinetto o alla pompa rappresenta il fabbisogno di energia primaria del sistema edificio impianto. Sulla base di questi elementi si può redigere un bilancio

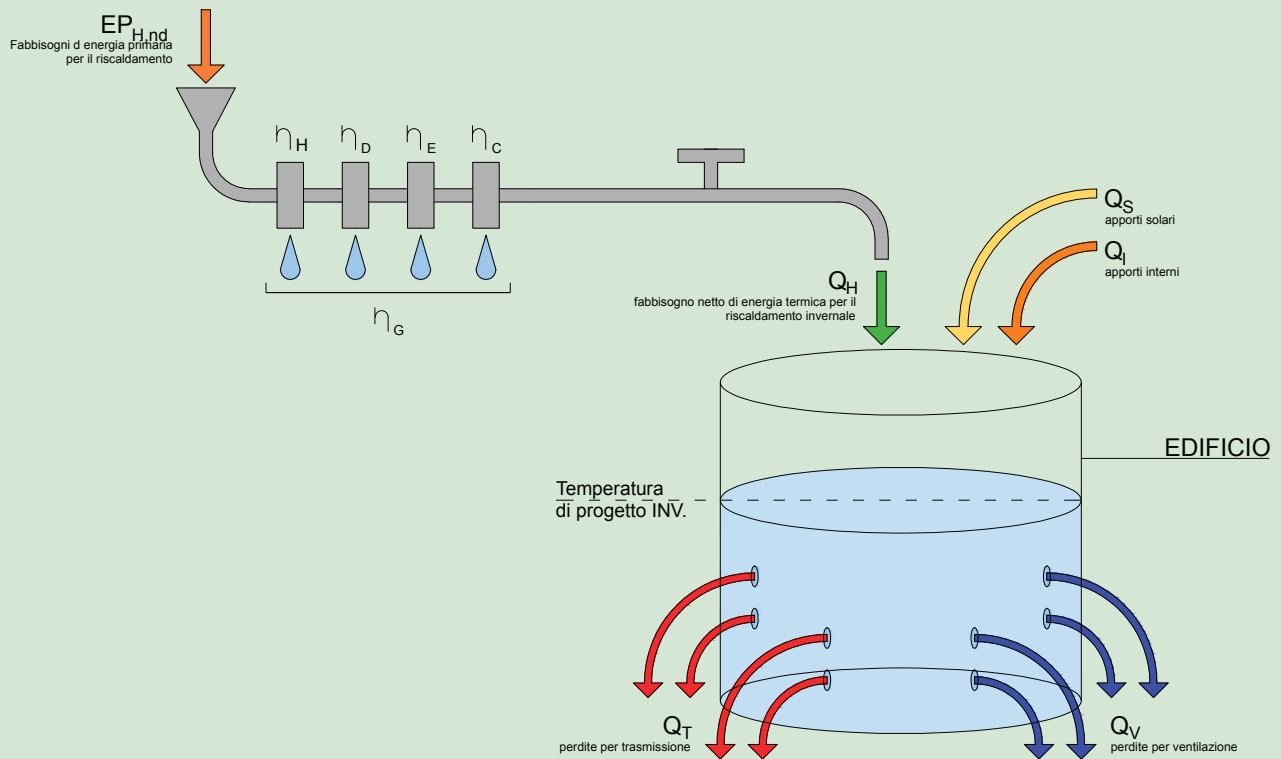


Fig. 4: analogia idraulica bilancio energetico sistema edificio impianto (caso invernale)

energetico dell'edificio in regime invernale ed in regime estivo.

Limitandosi al comportamento dell'involucro il bilancio energetico invernale può essere espresso come:

$$Q_H = (Q_T + Q_V) - \eta_H(Q_S + Q_I)$$

Q_H := fabbisogno energetico invernale netto o ideale.

Q_T := perdite per trasmissione.

Q_V := perdite per ventilazione.

Q_S := apporti solari.

Q_I := apporti interni.

η := fattore di utilizzazione invernale degli apporti.

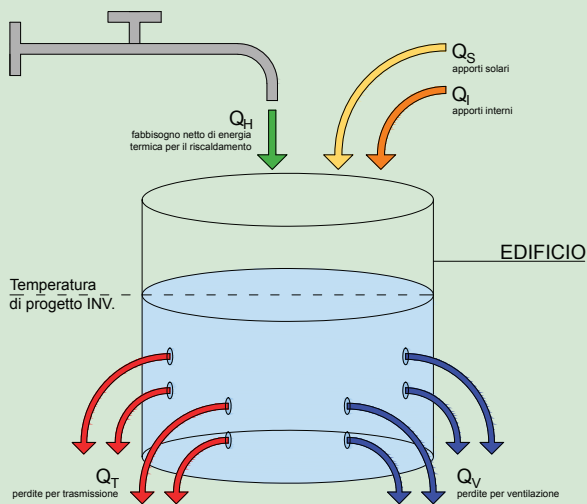


Fig. 5: Analogia idraulica bilancio energetico involucro caso invernale.

In regime invernale, il fabbisogno di energia termica da fornire è dato dalla differenza tra perdite e guadagni.

Analogamente al caso invernale limitandosi al comportamento dell'involucro il bilancio energetico estivo può essere espresso come:

$$Q_C = (Q_S + Q_I) - \eta_C(Q_T + Q_V)$$

Q_C := fabbisogno energetico estivo netto o ideale.

Q_T := perdite per trasmissione.

Q_V := perdite per ventilazione.

Q_S := apporti solari.

Q_I := apporti interni.

η := fattore di utilizzazione estivo degli apporti.

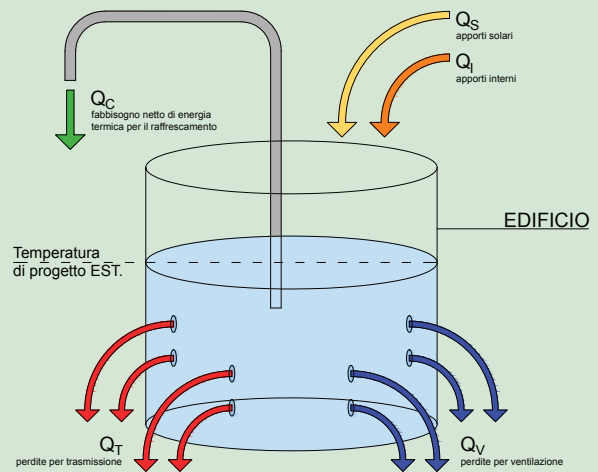


Fig. 6: Analogia idraulica bilancio energetico involucro caso estivo.

In regime estivo, il fabbisogno di energia termica da fornire è dato dalla differenza tra i guadagni e le perdite.

Come appare evidente dal confronto dei due casi esiste una differenza sostanziale tra comportamento estivo ed invernale degli organismi edilizi.

Gli apporti svolgono un ruolo positivo nel bilancio invernale fornendo energia gratuitamente e quindi diminuendo il fabbisogno netto di energia dell'edificio, mentre assumono un ruolo negativo nel bilancio estivo aumentando in fabbisogno netto di energia per il raffrescamento.

Conseguenza di ciò è che edifici collocati in climi caratterizzati dalla forte predominanza invernale o estiva possono adottare soluzioni architettoniche più spinte dal punto di vista dello sfruttamento degli apporti, mentre organismi edilizi collocati in climi temperati dove la componente climatica estiva e quella invernale si equivalgono devono bilanciare in modo molto attento il contributo degli stessi.

C. ELEMENTI CHE INFLUISCONO SUI DIVERSI TERMINI DEL BILANCIO ENERGETICO.

Come già affermato le prestazioni energetiche di un edificio sono conseguenza diretta delle scelte effettuate in fase progettuale sul piano compositivo, di definizione dei particolari costruttivi e di scelta dei materiali e della loro interazione con l'ambiente circostante. Una proget-

tazione volta all'efficienza energetica dell'involucro non può prescindere dalla conoscenza degli elementi che compongono il bilancio termico dell'edificio e soprattutto dei parametri fisici e progettuali che li influenzano. Per una corretta progettazione dell'involucro si devono considerare diversi aspetti:

- Sito
- Orientamento
- Rapporto S/V
- Involucro Climatizzato

- SITO:

Ogni sito è connotato da particolari condizioni di temperatura e di irraggiamento.

Il macroclima rappresenta una condizione uniformemente distribuita su una vasta regione. In prima analisi questo comporta una divisione del globo in zone climatiche, mentre per le condizioni specifiche di un determinato sito si fa riferimento dal microclima.

Esso è influenzato da elementi come ad esempio: topografia, effetti della radiazione solare, ambiente naturale e costruito.

A livello di bilancio energetico questo influisce in modo determinante sulla temperatura e sulla radiazione solare. In regime semi-stazionario i parametri di riferimento sono:

Gradi Giorno (GG): per gradi giorno di una località

s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura media esterna giornaliera; è una misura fittizia che indica il fabbisogno di riscaldamento di un edificio in una determinata area geografica.

Quantità di irraggiamento (IR): per quantità di irraggiamento di una località s'intende la quantità di energia solare che colpisce una determinata superficie. Essa dipende oltre che dalla posizione del sito dall'inclinazione della superficie coinvolta.

- ORIENTAMENTO:

Una progettazione efficiente non può prescindere da una corretta valutazione del posizionamento dell'edificio rispetto al movimento del sole. Lo scopo è quello di massimizzare apporti solari gratuiti nella stagione invernale e minimizzarli nella stagione estiva. L'orientamento ideale cambia a seconda della collocazione geografica e dalle condizioni climatiche del sito ed influisce in modo determinate sulla Quantità di irraggiamento che colpisce le chiusure verticali trasparenti.

- RAPPORTO S/V:

In un edificio si deve riscaldare o raffreddare un volume (V) e gli scambi termici avvengono attraverso le superfici dell'involucro edilizio (S).

Questi due parametri incidono in modo determinante sul bilancio energetico.

In linea generale organismi edilizi più compatti hanno un comportamento termico migliore e l'effetto aumenta la sua rilevanza all'aumentare delle dimensioni dell'edificio.

Volume (V): per volume si intende il volume complessivo degli ambienti climatizzati di un edificio.

Superficie (S): per superficie si intende la superficie che racchiude il volume complessivo degli ambienti climatizzati di un edificio.

- INVOLUCRO CLIMATIZZATO:

Se il rapporto superficie volume definisce la consistenza geometrica del progetto l'involucro è la sintesi delle caratteristiche prestazionali, dal punto di vista energetico di tutti gli elementi edilizi che lo compongono. Esse sono legate ad alcune specifiche proprietà fisiche dei materiali impiegati o agli effetti di alcune soluzioni tecniche adottate. Sono di particolare importanza:

- **Trasmittanza termica (U):** si definisce trasmittanza come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad un grado kelvin. Essa è legata insindibilmente alle caratteristiche termiche dei materiali che costituiscono l'elemento costruttivo.

Questo parametro è legato alla conducibilità termica (λ) che è definita come il flusso di calore Q che attraversa una superficie unitaria A di spessore unitario d sottoposta ad un gradiente termico ΔT di un grado Kelvin, e allo spessore del materiale impiegato (S).

$$U := \lambda/S$$

La trasmittanza è propria di tutti gli elementi che compongono l'involucro siano essi opachi o trasparenti.

Si tratta di un parametro meramente invernale, non significativo per valutare il comportamento estivo dell'edificio. Un altro aspetto interessante riguarda il fatto che l'andamento della trasmittanza all'aumentare dello spessore di materiale isolante impiegato è parabolico e non lineare. Questo significa che oltre un certo limite l'aumento dello strato di isolante non è significativo.

- **Trasmittanza termica periodica (Y_{ie}):** La trasmittanza termica periodica è un parametro che esprime la capacità di un componente edilizio di attenuare e sfasare nel tempo il flusso termico proveniente dall'esterno che lo attraversa nell'arco delle ventiquattro ore di una giornata. Rappresenta l'equivalente estivo della trasmittanza termica (U).

- **Ponti termici:** i ponti termici sono fenomeni fisici per cui si creano, in determinate condizioni, delle vie preferenziali per lo scambio di calore che comportano un aumento delle dispersioni. Essi possono avere natura

geometrica o costruttiva.

- **Fattore solare (g):** si definisce fattore solare di una lastra il rapporto tra l'energia termica globalmente trasmessa dalla lastra e quella incidente su di essa. È il parametro un parametro che definisce la quantità di radiazione solare che entra in un edificio dalle chiusure trasparenti rispetto alla radiazione solare complessiva che le colpisce.

Il comportamento energetico di un organismo edilizio può essere modificato intervenendo sulle perdite e sugli apporti attraverso precise scelte del progettista volte a modulare gli elementi sopra descritti.

Per diminuire le perdite per trasmissione si può scegliere di modificare la geometria dell'edificio diminuendo le superfici disperdenti oppure modificando la composizione dei materiali che compongono l'involucro diminuendone la trasmittanza.

Per diminuire le perdite per ventilazione si può scegliere di modificare la geometria dell'edificio diminuendo il volume climatizzato oppure modificando la quantità di ricambi d'aria previsti (cosa non sempre possibile). Un'altra strada è quella di inserire un sistema di ventilazione meccanica controllata con scambiatore di calore. L'intervento sugli apporti solari può essere a livello progettuale modificando dimensione e posizione delle chiusure trasparenti oppure al livello costruttivo modificando il fattore solare dei vetri che compongono l'elemento costruttivo.

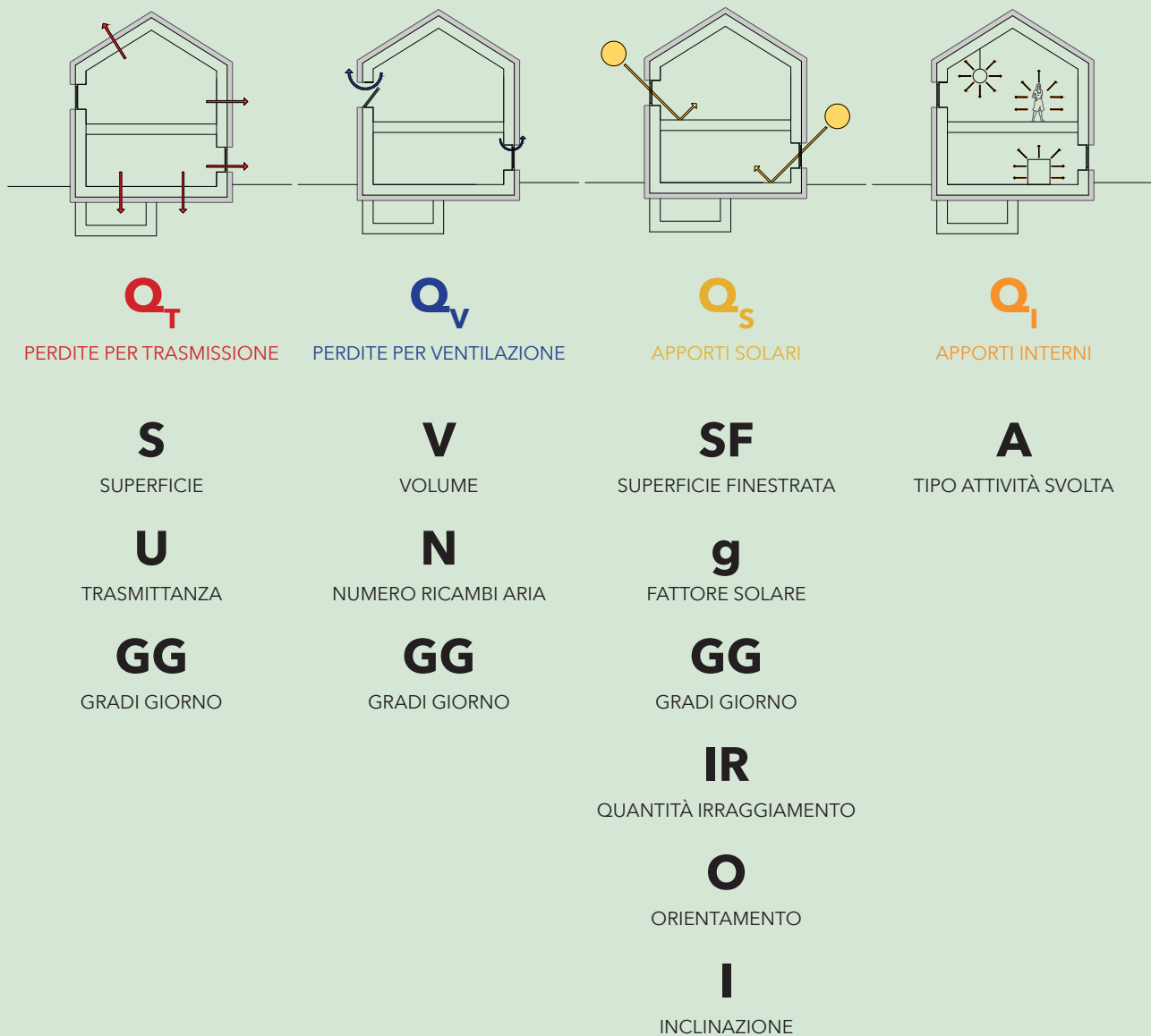


Fig. 7: schema riassuntivo degli elementi progettuali su cui intervenire per modificare il bilancio energetico di un edificio

istanze compositive e di dialettica col luogo.

Un atteggiamento, peraltro, già evidente nei primi testi fondamentali per lo studio del funzionamento energetico degli edifici e della bioclimatica quali "Design with Climate"¹¹ di Victor Olgay (1962) e "The Passive Solar Energy Book"¹² di Edward Mazria (1979).

Entrambi gli approcci si sono rivelati carenti. Quello qualitativo, connotato da una sostanziale indifferenza per le tematiche energetiche ed ambientali, ha originato una produzione architettonica connotata da evidenti carenze progettuali che non solo non presenta alcun tratto di efficienza, ma che, nella maggior parte dei casi, all'atto pratico, si è rivelata inadeguata anche dal punto di vista dell'efficacia.

Dossier e studi come quelli di Legambiente "Tutti in classe A"¹³ mettono in luce le carenze progettuali e prestazionali di questo tipo di produzione edilizia, riconducibile anche a grandi studi, certificata sulla carta come altamente efficiente, ma nella realtà assolutamente inadeguata ed inefficiente.

L'approccio quantitativo ha generato una produzione architettonica, caratterizzata da tensioni relazionali con i contesti sia ambientali che storico culturali, carente a livello formale e spaziale.

Inoltre l'abuso nel ricorso a sistemi passivi, unito alla scarsa comprensione della reale complessità di funzionamento degli stessi, ha generato problemi che nella realtà ne hanno spesso inficiato in maniera significativa l'efficienza.

Negli ultimi anni è emersa una tendenza, quella del razionalismo ecologico, che mira a conciliare istanze qualitative e quantitative. Si tratta di una produzione architettonica che si basa sulla modifica dell'idea di scopo introdotta dal paradigma della sostenibilità caratterizzata dall'etica della necessità. Essa, partendo da questo assunto, riconosce il progetto architettonico come momento di sintesi tra il pieno sviluppo delle potenzialità dell'approccio sostenibile e il possibile avanzamento della disciplina che esso comporta.

Una sintesi in cui questioni quantitative come consumi ed emissioni e questioni qualitative come forma, abitare, storia, memoria, società, individuo concorrono a definire soluzioni distributive, questioni formali e di design dell'involucro.

Questo è reso possibile da una nuova accezione dell'approccio contestualista che pre-

11. Olgay V., Design with Climate, Princeton University Press, New Jersey, 1962

12. Mazria E., The Passive Solar Energy Book: A complete guide to passive solar home, greenhouse, and building design, Rodale Press, Emmaus Pennsylvania, 1979

13. Zanchini E. Valle M. Vitelli M. A. Nanni G. EroeK., Tutti in classe A. Rapporto curato dall'Ufficio Energia e Clima di Legambiente. 2012, 2014. Le diverse versioni del rapporto sono consultabili presso il sito www.legambiente.it

suppone l'estensione della nozione di contesto teorizzata da Rowe, o di preesistenza ambientale di Rogers¹⁴, riferita alle componenti fisico - spaziali, socio - culturali e costruttivo - tecnologiche, ad una più ampia che comprende anche quelle climatico - ambientali.

Il tutto si traduce in un metodo che agisce utilizzando vari aspetti legati ai concetti di riduzione e che si esplica attraverso l'equilibrio di soluzioni attive e passive secondo quello che potrebbe essere definito principio di sobrietà.

4.1.3 Centro comunitario St. Gerold

Un interessante esempio di edificio ad alta efficienza energetica, in cui il progetto riesce a far coesistere istanze qualitative e quantitative, è il Gemeindezentrum St. Gerold (2009) ovvero il centro comunitario St. Gerold dell'architetto Andreas Cukrowicz.

Il progetto è collocato all'interno del Biosphärenparks Großes Walsertal, una valle che comprende sei comuni nella regione austriaca del Voralberg, in cui gli abitanti e le autorità pubbliche si sono prefissati di diventare autosufficienti in dieci anni. Si tratta di un contesto a densità abitativa molto bassa con le esigenze e le criticità tipiche di queste tipologie di insediamenti montani. Coerentemente con la filosofia di base del bioparco, utilizzare la natura senza danneggiarla, l'efficienza energetica e l'utilizzo di materiali e tecniche locali hanno rappresentato un elemento base del progetto. In questo senso l'utilizzo degli standard delle costruzioni passive ed il ricorso a strutture in legno realizzate rigorosamente con materiale locale hanno rappresentato una condizione al contorno più che una scelta progettuale. Sia la struttura in legno che la coibentazione in fibra di legno e lana di pecora sono stati realizzati nelle falegnamerie della valle così come il legno utilizzato per il rivestimento interno volutamente lasciato privo di trattamenti per facilitare il suo eventuale riuso o smaltimento.

L'edificio presenta tutti i tratti tipici delle architetture ottimizzate per avere un alto standard energetico nel tipo di clima in cui si inserisce: corretto orientamento, rapporto superficie volume contenuto, aperture finestrate posizionate e dimensionate in maniera

▷ Andreas Cukrowicz
- Gemeindezentrum St.
Gerold (2009) - St. Gerold
(Austria) - vista livello strada -

Fonte: © Matthias Koslik

14. Per i concetti di contesto e preesistenza ambientale ed il loro rapporto si veda: Foty A., Parole e edifici. Un vocabolario per l'architettura moderna, Pendragon, Bologna, 2005

"Mentre Rogers era interessato al modo in cui i processi storici e la loro dialettica si manifestavano attraverso l'architettura, Rowe non era interessato ad una comprensione speculativa dell'ambiente storico e si concentrò invece sulle proprietà formali delle opere architettoniche" (p135)





◁ Andreas Cukrowicz
- Gemeindezentrum St.
Gerold (2009) - St. Gerold
(Austria) - vista livello valle
Fonte: © Matthias Koslik

adeguata, elementi costruttivi con trasmittanza molto bassa, attenzione alla correzione dei ponti termici. L'impiantistica è caratterizzata da un sistema di ventilazione meccanica con scambiatore per il recupero di calore a portata variabile mentre l'edificio è alimentato da una pompa di calore con sonda di terra.

Quest'ultima in particolare denota un atteggiamento progettuale molto accurato volto alla reale ottimizzazione dell'organismo edilizio che prescinde dall'utilizzo di soluzioni preconfezionate. Uno studio interno ha dimostrato infatti che l'impianto geotermico offriva chiari vantaggi rispetto a un impianto a cippato sia in relazione ai costi energetici e accessori sia a livello di costi di investimento e di manutenzione. Il risultato è un organismo edilizio certificato Passivhaus (PHPP) che richiede 8 kWh /m²anno per il riscaldamento.

L'aspetto interessante del progetto tuttavia risiede nella sua capacità di coniugare dimensione qualitativa e quantitativa. Il tessuto urbano in cui l'edificio si colloca è quello tipico dei piccoli aggregati urbani di strada privi di un centro e di spazi di aggregazione. Il progetto mira a colmare questa lacuna fornendo un punto di aggregazione e di richiamo per gli abitanti dell'area.

Ubicato a ridosso della strada che costeggia la valle l'edificio di quattro piani funge da elemento di connessione verticale in grado di mettere in relazione il piazzale creato a quota strada con il parco giochi sul livello inferiore rispetto al piano strada. Il cortile creato a quota strada di fronte all'edificio genera uno spazio di aggregazione a disposizione degli abitanti per eventi e feste prima assente.

L'organismo edilizio ha una dimensione polifunzionale: il livello a quota strada ospita il negozio del paese e una sala polifunzionale con vista sulla valle, il piano superiore è occupato dagli uffici dell'amministrazione pubblica, una sala riunioni per la cittadinanza e l'ufficio turistico. I due livelli al di sotto della quota stradale sono occupati dall'asilo che ha accesso diretto al parco giochi.

Le scelte compositive hanno coniugato istanze legate all'efficienza energetica come la ricerca di un rapporto superficie volume favorevole o il posizionamento e dimensionamento delle aperture finestrate volte ad ottimizzare la captazione solare, con istanze formali e compositive.

Vi è stato anche un dibattito che ha coinvolto popolazione, autorità pubblica e progettisti attorno al linguaggio marcatamente contemporaneo e soprattutto attorno alla scelta del tetto piano che ha condotto al risultato finale. Come spiega lo stesso Cukrowicz "abbiamo svolto una ricerca tipologica nell'area della foresta di Bregenz e abbiamo scoperto che negli ultimi 100 anni costruzioni speciali, come ad esempio uffici municipali o canonici, spesso non presentavano tetti a falda, ma tetti a falde piatte. E un tale tetto è percepito nel suo aspetto come un tetto piatto"¹⁵.

4.2 Minimo e Spazio

Il tema della dimensione spaziale, declinato nelle diverse scale da quella urbana a quella dell'organismo edilizio, riveste un ruolo fondamentale per lo sviluppo del concetto di sostenibilità in architettura. Sebbene l'argomentazione spesso venga derubricata come lapalissiana, ci si trova nella situazione per cui un concetto universalmente accettato nella sua connotazione teorica è largamente disatteso ed ignorato a livello pratico ed applicativo.

Questo è dovuto al fatto che la riduzione spaziale è una caratteristica legata all'"efficienza incorporata"¹⁶, si tratta cioè di una caratteristica intrinseca la cui efficacia è difficile da cogliere senza una analisi approfondita del sistema. Se così non fosse non troverebbe spiegazione il fatto che praticamente tutti i sistemi nazionali ed i protocolli di classificazione degli edifici siano basati sui valori parametrizzati all'unità di superficie e non sul valore di calcolo per la superficie effettiva dell'organismo edilizio e, allo stesso modo, nella prassi il confronto dei consumi di aree più o meno densamente popolate avvenga considerando i parametri in valore assoluto e non pro capite.

Per meglio comprendere le ricadute in termini di sostenibilità del rapporto tra minimo e spazio è utile declinare i processi di riduzione in tre ambiti: densità, dimensione, flessibilità. Il primo ha una connotazione più legata alla scala urbana ed ai modelli di pianificazione, gli altri due, con accezioni differenti, più a quella dell'edificio.

15. Cit. Pfaffinger J., *Gemeindezentrum St. Gerolde*, in *Mikado* n. 2, 2010

16. Vedi nota 16 cap. 2

4.2.1 Densità

Esiste una tendenza consolidata, soprattutto tra gli ambientalisti più intransigenti, per la quale gli insediamenti a bassa densità abitativa sono considerati intrinsecamente più sostenibili di quelli ad alta densità. Per usare un gergo meno tecnico esiste una diffusa propensione a ritenere la campagna più sostenibile della città.

Si tratta di uno stereotipo di matrice ottocentesca, nato contemporaneamente al movimento ambientalista americano, la cui origine è connaturata non tanto a problematiche ambientali, ma piuttosto sociali, di sicurezza e sanitarie tipiche dello sviluppo urbano incontrollato di quel periodo il cui persistere nel tempo ha portato alla demonizzazione del concetto di densità urbana.

Effettivamente se si osservano le immagini e i dati raccolti dal satellite Sentinel-5P dell'Agenzia spaziale Tedesca che dal 2017 monitora la qualità dell'aria di tutto il mondo si nota che più o meno tutte le grandi città del mondo presentano criticità a livello di inquinamento dell'aria, tuttavia le stesse criticità sono evidenti anche in macroaree connotate da bassa densità e urbanizzazione diffusa come ad esempio la pianura Padana e la Rhour.

Per capire il potenziale in termini di sostenibilità derivante dalla densità abitativa è necessario cambiare punto di vista analizzando non i consumi urbani complessivi ma quelli pro capite.

Questo porta ad una serie di risultati inaspettati. Nel libro "Green Metropolis" il giornalista David Owen analizzando i dati stila un interessante confronto tra la città di New York, indicata dagli ambientalisti come il mostro ecologico per eccellenza, ed il bucolico ed incontaminato stato del Vermont. I dati in valore assoluto sono naturalmente incomparabili, ma il confronto di quelli normalizzati per unità di popolazione cioè pro capite evidenzia una realtà completamente differente. Ogni abitante di quello che è soprannominato "Green Mountain State" consuma più di quattro volte l'elettricità e più di tre volte la benzina del newyorkese medio, cifra che passa addirittura a più di sei volte se il confronto è fatto con il residente tipo della sola area di Manhattan. Inoltre dai dati emerge anche che esso consuma più acqua, genera più rifiuti solidi ed emissioni di

carbonio. Stando alle cifre l'abitante tipo di New York ha un'impronta ecologica decisamente minore del suo omologo del Vermont.

Questo risultato non è dovuto al fatto che la popolazione newyorkese abbia una maggiore propensione ambientalista di quella del Vermont, anzi in realtà l'aspetto ambientale sembra culturalmente essere molto più sentito dai secondi rispetto ai primi, e non è dovuto né a politiche particolarmente efficaci ed innovative messe in atto dagli operatori pubblici né a metodologie costruttive particolarmente avveniristiche adottate nella realizzazione di edifici ed infrastrutture da parte di attori privati, sebbene si stia cercando di muoversi in ambo queste direzioni. La differenza sta principalmente nell'"efficienza incorporata" dei modelli ad alta densità rispetto a quelli a bassa densità.

Se già nel 1961 nel testo "Death and Life of great American Cities"¹⁷ Jane Jacobs evidenziava i vantaggi della concentrazione abitativa e dell'eterogeneità urbana per il funzionamento delle comunità umane, ora dati dimostrano che modelli basati su densità e mixità, ovvero la commistione di funzioni e attività, sono alla base dello sviluppo di modelli urbani sostenibili. La concentrazione urbana infatti è intrinsecamente legata ad una serie di caratteristiche quali dimensioni più contenute delle abitazioni, aggregazione delle stesse, maggiore vicinanza degli organismi edilizi, disincentivo all'utilizzo dell'automobile e conseguente aumento dell'utilizzo di modelli di mobilità alternativa come mezzi pubblici, ma anche bicicletta e percorsi pedonali.

Lo schema della pagina a fianco è una rappresentazione chiara del concetto di efficienza e inefficienza incorporata che permette di capire uno dei motivi fondamentali per cui il cosiddetto approccio off-grid, cioè edifici energeticamente indipendenti e non connessi alla rete energetica, inseriti in contesti di bassa densità abitativa non siano nel complesso un modello sostenibile.

Nessun organismo edilizio abitato dall'uomo infatti può rappresentare un sistema ambientale isolato, ma è parte di un apparato interconnesso il cui impatto è molto più ampio dell'energia che esso consuma direttamente o che è stata utilizzata nella fabbricazione dei materiali che lo costituiscono. Anche nell'ipotesi teorica che un organismo edilizio sia in grado di autoprodurre tutta l'energia necessaria al suo funzionamento, il fatto che esso sia collocato in una posizione tale da costringere i suoi abitanti a frequenti

17. Jacob J., *Death and Life of great American Cities*, Vintage Books, New York (USA), 1961.

e più o meno lunghi spostamenti giornalieri in auto renderebbe comunque il sistema nel suo complesso non sostenibile.

Poiché questi aspetti sono difficilmente quantificabili numericamente e considerabili dai modelli di classificazione degli organismi edilizi, perché soggetti ad un elevato grado di aleatorietà e quindi difficilmente implementabili in modelli matematici, questo aspetto fondamentale è spesso trascurato. Ciò deve far riflettere sul fatto che non necessariamente un insediamento caratterizzato da organismi edilizi ad alta efficienza energetica, magari realizzati con materiali "sostenibili", sia implicitamente sostenibile. La soluzione del problema della sostenibilità ad una sola scala dimensionale non è sinonimo di soluzione del sistema nel suo complesso.

Un secondo aspetto fondamentale riguarda il consumo di suolo. Secondo i dati del 2017 New York ha 8.662.968 abitanti per una superficie complessiva di 784 Km² ovvero circa 11.049 abitanti per Km² mentre il Vermont ha 625.741 abitanti sparsi per una superficie complessiva di 24.923 Km² ovvero circa 25,10 abitanti per Km². Questo significa che, se per perseguire l'ideale di vita bucolica auspicato da molti ambientalisti, si decidesse di spargere gli abitanti di New York in un'area con densità abitativa paragonabile a quella del Vermont servirebbe una superficie di 345.138 Km² cioè un'area estesa più del Nuovo Messico o della Polonia. Milano secondo le statistiche del 2017 ha 1.365.549 abitanti per una superficie complessiva di 181,67 Km² ovvero circa 7517 abitanti per Km² mentre un comune mediamente importante della provincia veneta come Cittadella, che fa parte integrante del modello di urbanizzazione diffusa della pianura padana, ha 20.133 abitanti ed un territorio di 36,68 Km² ovvero una densità di circa 549 abitanti per Km² (contro la media provinciale di 267 abitanti per Km²). Se volessimo trasformare il modello a medio-alta densità di Milano in un modello a bassa densità come quello che caratterizza buona parte della pianura veneta dovremmo urbanizzare un'area pari a 2.479 Km² cioè un'area uguale alla provincia di Treviso.

La superficie complessiva delle terre emerse compresi deserti, poli e altre aree non propriamente ospitali è circa pari a 149.450.000 Km² la popolazione mondiale è attualmente pari a circa 7.300.000.000 abitanti ovvero una densità pari a circa 50,19 abitanti per Km², quindi anche nell'eventualità di trovare dei volontari desiderosi di occupare poli e

deserti non potremmo comunque applicare il "modello Vermont"⁸⁷. Se le previsioni saranno rispettate e nel 2100 la popolazione mondiale sarà di circa 12.500.000.000 unità la densità, nell'ipotesi di occupare in modo uniforme tutte le terre emerse, sarà pari a circa 86 abitanti per Km² cioè superiore a quella attuale di 20 province italiane tra cui Siena, Bolzano e Grosseto.

La sostenibilità del modello della città compatta si basa sull'interconnessione di diversi ambiti: efficienza energetica, mobilità, gestione del suolo, distribuzione delle funzioni, ciclo dei rifiuti e riciclo, adattamento ai cambiamenti climatici.

I processi di densificazione avvengono principalmente attraverso il recupero di aree dismesse e interventi di tipo puntuale.

Uno caso esemplificativo di queste dinamiche riguarda lo sviluppo urbano e l'andamento demografico della città di Oslo. Secondo i dati del 2017 la capitale della Norvegia si estende su una superficie complessiva di 454 Km² ed ha una popolazione di 669.060 abitanti, il che significa una densità di circa 1474 abitanti a Km², più o meno un quinto di Milano. Nonostante le dimensioni il caso norvegese è interessante per due ragioni: in primo luogo con i suoi 14,2 abitanti a Km² è oltre il duecentesimo posto della classifica mondiale dei paesi per densità di popolazione al sesto per reddito pro capite, ha un sistema di welfare tra i più sviluppati del mondo ed un tasso di disoccupazione al 3,8%; quindi non vi sono particolari ragioni economiche o sociali che giustifichino fenomeni di migrazione dalle aree suburbane e rurali a quelle urbane, in secondo luogo vi è un approccio culturale al tema della sostenibilità caratterizzato da una forte e radicata connotazione ambientalista, o, per utilizzare la terminologia del capitolo 1, aderente ad un modello di "sostenibilità forte". Non a caso Burdthland, autore dell'omonimo rapporto, è stato primo ministro della Norvegia.

Si deve inoltre considerare che, come sottolineava il rapporto del 2006 l'Agenzia Europea per l'Ambiente, quello dello sprawl urbano, caratterizzato da fenomeni di espansione verso l'esterno dei centri urbani e relativa diminuzione di densità, è un fenomeno diffuso in tutta l'Unione. In particolare l'Europa è stata oggetto di un fenomeno di aumento della superficie edificabile maggiore all'aumento della popolazione 8% contro 5% sintomo di un modello di sviluppo urbanistico mosso più da interessi economici che

18. Con il termine si indica un modello di pianificazione basato su bassissimi livelli di densità abitativa.

da reali necessità.

La commistione di queste ragioni, a prima vista, potrebbe far pensare che anche Oslo potesse aderire ad un modello che tende ad una diminuzione della densità invece come rivela lo studio "Oslo's Farewell to urban Sprawl"¹⁹ di Petter Naess, Teresa Naess e Arvid Strand la tendenza è esattamente contraria. Dopo una fase durata fino a metà degli anni '80 in cui anche la capitale norvegese ha visto prevalere la tendenza comune al continente di espansione del perimetro urbano correlata ad una diminuzione della densità abitativa ed una fase di sostanziale stabilizzazione durata fino a metà degli anni '90 si è verificata un'inversione di tendenza basata su un modello di sviluppo urbano concentrato e compatto. Tra il 2000 e il 2009 si è registrato un aumento significativo di densità in tutta l'area urbana denominata Grande Oslo, che comprende sia il comune di Oslo sia il suo interland.

L'incremento di densità è stato particolarmente sostanziale, oltre l'11% nell'area del Comune di Oslo e addirittura nell'ordine del 17% nel centro città senza aumento delle aree urbanizzate. Il modello di sviluppo concentrato della città è conseguenza di una pianificazione pubblica efficace e di una cultura ecologica avanzata che non si limita ad assecondare i luoghi comuni, ma è basata su studi ed evidenze scientifiche. Il processo di sviluppo di Oslo ha le sue basi teoriche in diversi white paper pubblicati dal ministero dell'ambiente norvegese per promuovere i valori della eco-città la cui implementazione è avvenuta attraverso programmi come "Better Environment in Cities and Towns" e "Cities of The Future". L'obiettivo dichiarato è "ridurre le emissioni di gas a effetto serra derivanti dal trasporto su strada, dall'uso di energia stazionaria, dai consumi e dai rifiuti nelle maggiori aree urbane.

Anche le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici devono essere sviluppate. Inoltre, il programma intende fornire un ambiente urbano migliore, che migliorerà la salute pubblica, promuoverà attività commerciali e renderà le città luoghi più attraenti in cui vivere".

Le azioni sono state focalizzate su quattro aree: uso del terreno e trasporti, consumi e rifiuti, energia ed edifici, adattamento ai cambiamenti climatici.

L'applicazione del modello della città compatta nel caso di Oslo ha evidenziato una

19. L'articolo accademico contenete i dati della ricerca è consultabile integralmente sul sito <https://www.tandfonline.com>

serie di vantaggi importanti che hanno dimostrato il disaccoppiamento tra l'aumento della popolazione urbana e gli impatti negativi.

Ad un significativo aumento della popolazione non ha corrisposto un aumento altrettanto significativo del traffico. L'aumento della densità, accompagnato da una corretta pianificazione basata sul concetto di mixité e sul principio dell'ABC olandese per la determinazione della localizzazione ecologicamente corretta dei luoghi di lavoro, ha fatto sì che non solo nel periodo tra il 1996 e il 2008 il traffico automobilistico nell'area metropolitana di Oslo sia aumentato considerevolmente meno della media dell'intero paese, ma che l'aumento del traffico rettificato per la popolazione sia aumentato solo del 7% nell'area della Grande Oslo e dell'1% nel comune di Oslo contro, ad esempio, un incremento, nello stesso periodo, del 23% registrato nell'area metropolitana di Copenaghen. Dai dati inoltre emerge un altro aspetto che evidenzia i benefici della densificazione all'interno della stessa macro area urbana: il consumo di energia per i trasporti è quattro volte più alto tra gli abitanti delle aree residenziali periferiche del perimetro urbano rispetto a quelli che vivono nella zona centrale.

Una crescita considerevole del patrimonio edilizio ha comportato solo una minima conversione di aree naturali e terreni agricoli preservando, di fatto, in maniera praticamente integrale le aree naturali e coltivabili.

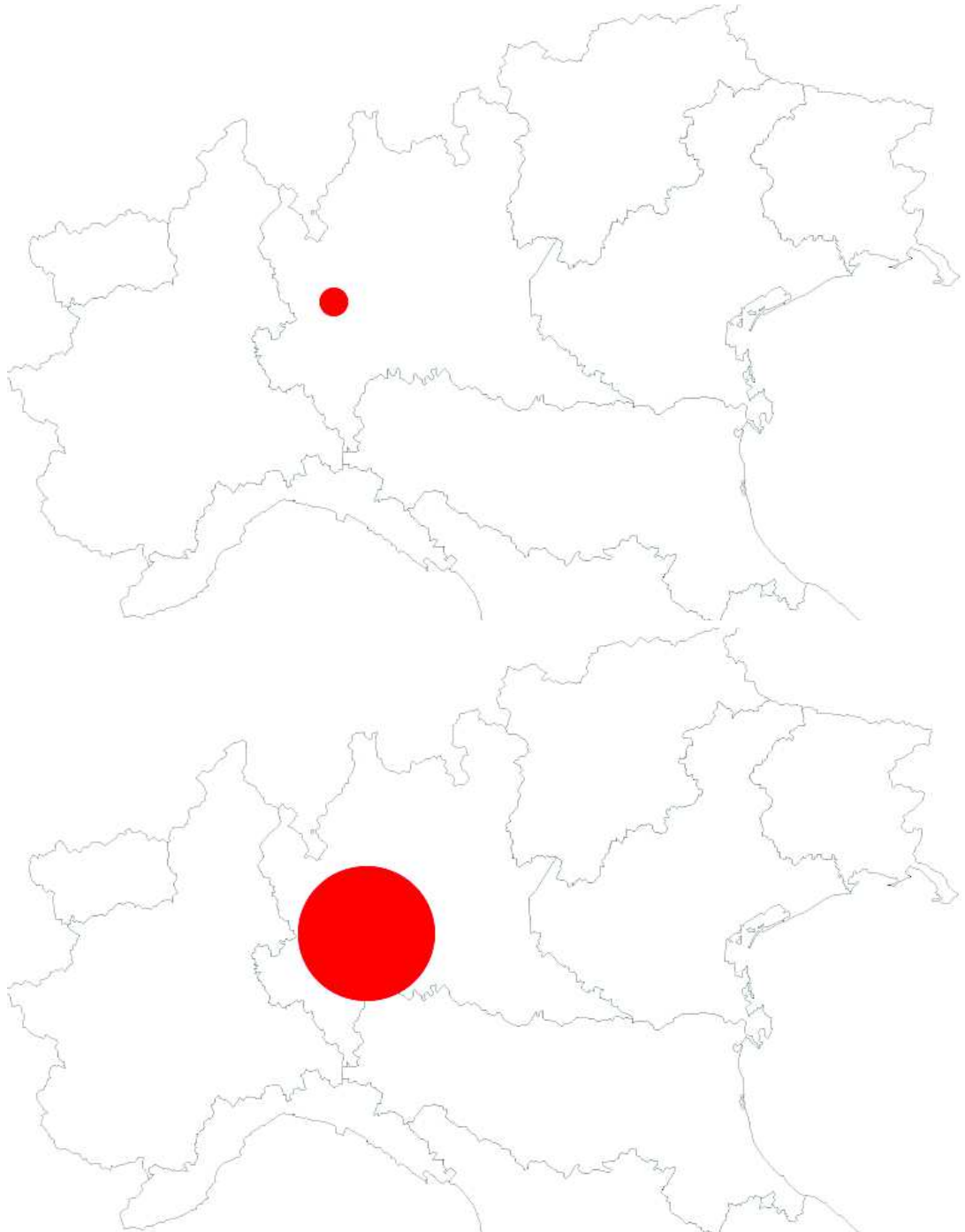
L'evoluzione delle tipologia residenziale è stata contraddistinta da una contrazione dimensionale delle unità e si è evidenziato il passaggio dal modello monofamiliare a quello plurifamiliare, inoltre i nuovi edifici residenziali sono stati realizzati mediamente ad una distanza più prossima al centro cittadino rispetto al passato. Tutti elementi legati al concetto di "efficienza incorporata" e che quindi comportano intrinsecamente una diminuzione dell'impronta ambientale pro capite dei nuovi abitanti. Si è inoltre osservato come i processi di densificazione, cui è associata una concentrazione degli spazi privati e delle distanze, abbiano risposto in modo efficace alle esigenze di alcune specifiche fasce di popolazione come i giovani e gli abitanti di mezza età, i cui figli si sono allontanati da casa innescando delle modifiche nelle dinamiche sociali e culturali legate a quelle che Sjaasted definisce "cultura urbana e vita da caffè"²⁰.

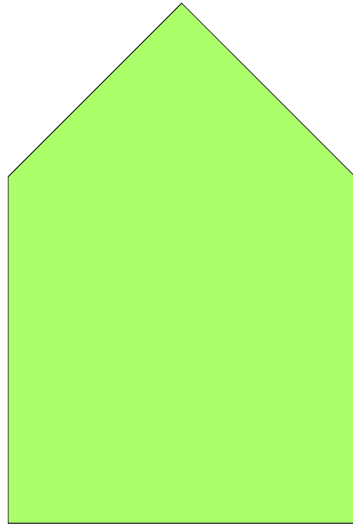
20. Sjaastad M.; Hansen T., Medby P., Bokvalitet i by og etterspurte bebyggelsestyper, SINTEF-Byggforsks skriftserie 2007. Oslo (Norvegia)

▷ Schema del rapporto tra estensione urbana e densità parametrato sul caso di Milano.

L'immagine in alto rappresenta l'attuale configurazione del perimetro urbano. Secondo le statistiche del 2017 la città ha 1.365.549 abitanti per una superficie complessiva di 181,67 Km² ovvero circa 7517 abitanti per Km².

L'immagine in basso rappresenta la configurazione ipotetica del perimetro urbano se avesse caratteristiche di densità paragonabili a quelle di un medio comune della provincia veneta. Qualora si utilizzasse una densità equivalente a quella di un medio comune della pianura padana come Cittadella pari a 549 abitanti per Km² l'area urbana di Milano dovrebbe essere 13,7 volte più estesa di quella attuale. Essa sarebbe cioè pari a circa 2.479 Km².





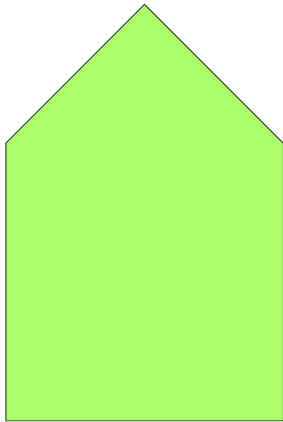
SUPERFICIE 30 m²
E_{pgl}:= 80 kWh/m²anno
CLASSE D

A



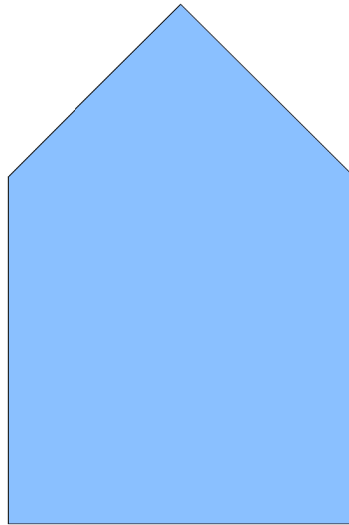
SUPERFICIE 300 m²
E_{pgl}:= 10 kWh/m²anno
CLASSE A

B



SUPERFICIE 30 m²
E_{pgl}:= 2.400 kWh/anno
CLASSE D

A



SUPERFICIE 300 m²
E_{pgl}:= 3.000 kWh/anno
CLASSE A

B

◁ Schema del rapporto tra dimensione e consumi energetici.

Si consideri il caso di due edifici monofamiliari .

L'immagine in alto rappresenta l'idea trasmessa dalla certificazione energetica degli edifici a causa della normalizzazione per superficie (E_{pgl} espressa in kWh/m²anno). In questo modo si ha la percezione che l'edificio B sia estremamente meno energivoro dell'edificio A.

L'immagine in basso rappresenta la percezione che si dovrebbe avere del reale consumo globale dei due edifici. Si evince che valutando il consumo globale annuale e non quello normalizzato per unità di superficie l'edificio A è meno energivoro dell'edificio B.

4.2.2 Dimensione

Il concetto di efficienza incorporata non è solo legato alla scala urbana ma è intrinsecamente legato a quello di spazio architettonico. Sebbene sia lapalissiano che la riduzione dimensionale sia un processo di per sé implicitamente sostenibile in quanto riduce l'impiego di risorse in fase costruttiva e di esercizio e riduce gli scarti a fine vita dell'organismo edilizio, all'atto pratico questo elemento è poco considerato.

Nonostante non sia difficile immaginare che un nucleo di due persone che vive in una casa di 30 mq. consumi per la climatizzazione invernale ed estiva, per il trattamento dell'aria, per l'illuminazione degli ambienti e per il funzionamento degli apparati elettronici decisamente meno di uno che vive in una casa di 250 mq., in modo praticamente indipendente dall'efficienza comparata dei due organismi edilizi, il ragionamento su questo punto è spesso relegato ai margini della discussione o addirittura oggetto di fraintendimento. Gli stessi protocolli di classificazione energetica degli organismi edilizi utilizzano come parametro di riferimento un valore parametrizzato all'unità di superficie (o in alcuni casi particolari all'unità di volume) che non permette di valutare l'effettivo consumo e tanto meno l'efficienza incorporata dovuta alla dimensione spaziale.

Questo naturalmente crea dei paradossi per cui una casa monofamiliare di 300 mq. con un Epgl di 10 kWh/m²anno (classificazione A4) è considerata molto più efficiente di un organismo edilizio di 30 mq. che consuma 80 kWh/m²anno (classificazione D). Naturalmente basta un semplice calcolo annuale per capire che i consumi del primo sono superiori del 20% rispetto a quelli del secondo 3.000 kWh/anno contro 2.400 kWh/anno. Tra gli anni novanta e i duemila ha iniziato a prendere piede una nuova tendenza quella delle "tiny house"²¹. Si tratta di un movimento architettonico e sociale che promuove uno stile di vita semplice e sostenibile in spazi ridotti. Come sottolinea Lindsay Graham, ricercatrice presso Center for the Built Environment del College of Environmental Design dell'Università di Berkeley, esso si è sviluppato non solo a seguito di istanze ambientali, ma di un insieme più complesso di dinamiche in cui alle prime si intrecciano istanze economiche, sociali e legate allo stile di vita. Esiste un interessante parallelismo tra la spinta verso l'edilizia residenziale prefabbricata successiva alla Grande Depressio-

21. Il termine che letteralmente significa "casa minuscola" indica strutture residenziali di dimensioni minori di 500 piedi quadrati (46 mq.).

ne e quella registrata dal movimento delle Tiny House in seguito della crisi economica del 2008.

Dal punto di vista architettonico il movimento, nato negli Stati Uniti e sviluppatosi poi a livello mondiale soprattutto nei paesi di cultura Anglosassone e Nord Europea , trae origine dagli studi sulla prefabbricazione applicata al settore residenziale tipici del primo movimento moderno e del Bauhaus, come ad esempio la "casa d'acciaio a Dessau" di Georg Muehe e Richard Paulick, e successivamente esportato con successo negli Stati Uniti a partire dagli anni trenta da autori come Albert Frey. Esso ha avuto in Richard Buckminster Fuller il precursore più innovativo. Dymaxion House del 1927, Dymaxion Deployment Unit del 1944, Dymaxion II del 1947 rappresentano probabilmente i precursori più interessanti del "Tiny House Movement" per la loro ricerca di integrazione tra ottimizzazione spaziale e tecnologia legata alla prefabbricazione.

L'aspetto più interessante di questo fenomeno, infatti, non risiede solo nella sostenibilità conseguente al processo di riduzione delle dimensioni, ma anche nella trasformazione del modo di intendere lo spazio abitato e nelle modifiche alle dinamiche sociali di convivenza.

Il processo di riduzione opera attraverso due diversi approcci: il primo punta sulla minimizzazione ed ottimizzazione degli spazi, mantenendo comunque una gerarchia e una divisione funzionale più o meno leggibile, il secondo implica una trasformazione spaziale più profonda che comporta l'abbandono della pre-categorizzazione propria della tipologia residenziale e implica il passaggio ad una concezione spaziale intrinsecamente multifunzionale e dinamica.

La Final Wooden House di Sou Fujimoto rappresenta uno degli esempi più interessanti di un nuovo modo di abitare in cui la definizione di aree destinate a specifiche attività viene abbandonata a favore uno spazio unico in cui anche le pareti e il soffitto possono diventare elementi d'arredo ed in cui la gerarchia dimensionale basata sulla funzione viene completamente abbandonata.

Esistono interessanti esempi di progetti in cui questa tendenza è più o meno marcata, ma che comunque basano la loro sostenibilità in primo luogo sul concetto di riduzione dimensionale e conseguente multifunzionalità degli spazi. Se BiosPhera 2.0 e Koda Mi-

cro-Home sono esempi di progetti sviluppati su un concetto di riduzione che mantiene una differenziazione funzionale dello spazio in progetti come Micro Compact Home, Diogene e Boxhome la riduzione è associata ad una trasformazione del concetto di spazio che diventa plurifunzionale e non categorizzato.

BiosPhera 2.0 è un'abitazione prototipo di 25 mq. sviluppata dal Politecnico di Torino che mostra un approccio progettuale basato sullo sfruttamento delle tecniche e dei materiali più moderni simile, per certi versi, a quello alla base della B10 di Werner Sobek che con i suoi 86 mq., compreso il posto per lo stazionamento dell'auto elettrica è sicuramente un esempio di edificio spazialmente compatto ma non una Tiny House nel senso stretto del termine. Al contrario di quest'ultimo che è progettato per essere indifferentemente spazio residenziale o spazio di lavoro, modulo singolo o aggregato si tratta di un prototipo esclusivamente residenziale interessante per la capacità di essere energeticamente efficiente in condizioni climatiche differenti (il suo comportamento è infatti stato monitorato attraverso un tour in diverse città d'Italia) alla cui base c'è non una concezione innovativa dello spazio ma una riduzione al minimo del concetto tradizionale di differenziazione funzionale dello stesso.

Lo stesso approccio è alla base di Koda micro-home progettata dallo studio Kodesema. Si tratta di un modulo a struttura mista legno-cemento ad alte prestazioni energetiche con una superficie di 25,8 mq. studiata per adattarsi a diverse funzioni come residenza per due persone, ufficio per tre o quattro lavoratori o aula didattica in grado di ospitare 12-16 alunni. L'involucro esterno è costituito da pannelli prefabbricati in fibra di cemento accoppiati a pannelli isolanti sottovuoto che garantiscono una trasmittanza U pari a 0,1 W/m²K mentre la grande vetrata che occupa uno dei prospetti è realizzata con un vetro a quattro strati che permette di raggiungere una trasmittanza U pari a 0,33 W/m²K. La particolare caratterizzazione materica è data dal fatto che i pannelli in calcestruzzo sono stati gettati su vele riutilizzate. La dotazione standard del modulo prevede una pompa di calore reversibile, adatta quindi sia al riscaldamento che al raffrescamento, sia un sistema di ventilazione meccanica con scambiatore entalpico. Nella sua articolazione residenziale l'unità prevede un bagno dietro la zona cucina in corrispondenza del fronte cieco opposto a quello vetrato e una zona notte aperta soppalcata sopra ad esso.

Nel 2017 nel centro della città di Tallin è stato realizzato il primo Koda village, un insediamento temporaneo ubicato in un'area a parcheggio degradata e parzialmente in disuso nel cuore della città. Realizzato attraverso l'aggregazione di sette moduli è destinato a ospitare diverse funzioni, le unità, infatti, sono attrezzate per ospitare soggiorni di breve durata (prenotabili sulla piattaforma airbnb), uffici, negozi e una caffetteria. Grazie all'efficienza dell'involucro e ai sistemi di produzione di energia rinnovabile l'insediamento è in grado di produrre più energia di quella che consuma.

La capsula abitativa "Micro Compact Home" nasce dall'esigenza di risolvere il problema della scarsità e dell'eccessivo costo delle residenze universitarie nell'area di Monaco di Baviera. Il modulo progettato dallo studio Haack + Höpfner in collaborazione con Richard Hordner ha forma cubica con lati che misurano 2,66 ml. e quindi una pianta di appena 7 mq. e un volume complessivo di 19 mc.. L'organismo edilizio completamente prefabbricato e trasportabile nel luogo desiderato con un camion garantisce presenza di tutte le funzioni necessarie grazie allo sfruttamento dell'intero volume. L'ingresso funge anche da piatto doccia, di fronte all'angolo cottura si trova un letto basculante al di sotto del quale trovano posto il tavolo che funge anche da scrivania e le sedute che all'occorrenza possono trasformarsi in due posti letto per eventuali ospiti. Il modulo è caratterizzato da un sistema di isolamento sottovuoto e da sistemi per la produzione di energia rinnovabile. Gli elementi minimi sono aggregabili secondo diversi schemi in modo da consentire la realizzazione di veri e propri campus universitari.

Diogene è il progetto per il prototipo di casa minima ecologica e sostenibile realizzato da Renzo Piano per Vitra. Piccola, compatta, realizzata con materiali in grado di essere facilmente riciclati come il legno essa deve il proprio nome al filosofo greco che la tradizione narra abbia abbandonato il modo di vivere superficiale basato sulla materialità per vivere in una semplice botte. Il modulo occupa uno spazio di 6 mq. con una superficie calpestabile di appena 3 mq. e un'altezza utile di 2,5 ml.. La costruzione realizzata in legno per facilitarne il riciclo a fine vita è dotata oltre a sistemi solari per la produzione di elettricità ed acqua calda di un sistema di recupero e riciclo dell'acqua e wc biologico. L'involucro che presenta un rapporto superficie volume molto vantaggioso è coibentato e anche gli infissi dotati di vetrocamera sono performanti dal punto

▷ Haack + Höpfner Architekten - Micro Compact Home (2005) Monaco (Germania)

Fonte: © Sascha Kletzsch





▷ Kodasema - Koda Village (2017), Tallin (Estonia)
Fonte: www.kodasema.com

◁ Kodasema - Koda Village (2017), Tallin (Estonia)
Fonte: www.kodasema.com

◁ Haack + Höpfner Architekten - O2 Student Village (2006) Monaco (Germania)
Fonte: © Sascha Kletzsch

▷ Renzo Piano RPBW - Diogene (2013), Weil Am Rhein (Germania)
Fonte: © Ariel Huber





◁ Biosphera 2.0 - Koda Village (2016), Courmayeur (Italia)
Fonte: www.biosphera2.com

di vista energetico. Internamente lo spazio è organizzato in due aree: una più grande per il living convertibile a zona notte e uno ulteriormente frazionato in due zone dove su un lato è collocata una piccola cucina con soppalco che funge da armadio/ripostiglio e su quello opposto scomparti, doccia e wc. Gli elementi d'arredo sono flessibili, ripiegabili e a scomparsa in modo da non occupare spazio quando non necessari, ma anche l'involucro è concepito come un gioco ad incastro. Tutto è ridotto all'essenziale, ma funzionante e funzionale.

4.2.3 Flessibilità

Il termine flessibilità, la cui etimologia deriva dal verbo latino flexus che significa piegato, identifica la capacità di un sistema a variare, a modificarsi, ad adattarsi a situazioni o condizioni diverse. La stessa definizione evidenzia come non si tratti di una caratteristica identificabile in maniera univoca, ma che assume diverse forme, tipologie, declinazioni. Alcuni aspetti come la modificabilità legata alla trasformazione degli edifici, al riuso o alla stratificazione sono molto antichi, altri come l'adattabilità dinamica e alla riconfigurazione degli organismi edilizi più recenti, altri ancora come la resilienza sono marcatamente contemporanei.

Sicuramente però è a partire dal movimento moderno che quello che era un concetto intrinseco è stato reso esplicito ed è assunto ad elemento fondamentale del progetto. Un'architettura può essere flessibile in relazione alla sua capacità di assumere differenti configurazioni interne preordinate oppure grazie al fatto che lo spazio sia volutamente non configurato, può esserlo in relazione alla sua capacità di adattarsi a particolari eventi climatici oppure grazie al fatto di essere facilmente trasportabile da un luogo ad un altro.

Anche se in questa parte della trattazione ci si concentra sulla dimensione spaziale bisogna sottolineare come tutte le diverse tipologie di flessibilità sia essa funzionale, spaziale, strutturale o tecnologico impiantistica sottendono un approccio sostenibile al progetto in quanto la capacità di adattamento al mutare delle condizioni al contorno

consente un tempo di vita più lungo al manufatto. L'elemento comune che le caratterizza è l'abbandono di modelli rigidi a favore di un approccio progettuale che prevede una qualche forma di evoluzione dinamica nel tempo. Per questo appare condivisibile l'approccio di Jeremy Till e Tatjana Schneider che nel testo "Flexible Housing"²² hanno deliberatamente scelto di utilizzare solamente il termine "flessibile" per indicare tutte le diverse strategie correlate al concetto come adattabilità, modificabilità, resilienza,

Dal punto di vista spaziale si possono individuare due filosofie progettuali legate al concetto di flessibilità: una che punta alla definizione di possibili scenari più o meno numerosi e progetta edifici che possano assumere differenti configurazioni spaziali e funzionali a seconda del verificarsi degli scenari ipotizzati, un altro che punta sull'indifferenziazione tipologica e spaziale come elementi di base.

Se i pannelli scorrevoli di Casa Schröder di Gerrit Rietveld che consentono di identificare differenti configurazioni spaziali sono un esempio del primo approccio, la Naked House di Shigeru Ban in cui un volume più grande fa da contenitore a volumi più piccoli che contengono le differenti funzioni e che sono liberi di muoversi al suo interno, rappresenta un esempio del secondo.

Entrambi gli approcci sono intrinsecamente sostenibili tuttavia il secondo è connotato da un grado di flessibilità superiore rispetto al primo perché, sebbene questo si possa rivelare efficace nel breve e medio termine, sconta l'impossibilità di definire scenari precisi nel lungo termine. Nel testo "Ten Shades of Green: Architecture and the Natural World" del 2005 Peter Buchanan enumera una serie di principi generali relativi all'architettura ecologica tra cui quello più innovativo ed interessante è rappresentato dal "long life / loose fit"²³. Il principio secondo il quale solidità costruttiva e indifferenziazione tipologica sono garanzia di durata per l'edificio e pertanto di sostenibilità dello stesso. Proprio questa connotazione, tipica dell'edilizia industriale dell'ottocento e novecento che approcciava il manufatto architettonico come un contenitore di spazio sostanzialmente indifferenziato, è una delle caratteristiche essenziali che ha decretato la longevità di queste strutture consentendone in molti casi il recupero ed il riuso.

Questo tipo di approccio alla flessibilità caratterizzato da un'idea di spazio indifferenziato o volutamente poco connotato contenuto da una tipologia di involucro che non

22. Till J. Schneider T., *Flexible Housing*, Routledge Architectural Press, New York (USA), 2007.

23. Cit. Buchanan P., *The Shades of Green: Architecture and the Natural World*, W W Norton & Co, New York (USA), 2006 p. 33

Il concetto ripreso da Buchanan nel suo testo è stato utilizzato per la prima volta da Sir Alexander John Gordon che, nel ruolo di Presidente del Royal Institute of British Architects, nel 1972 ha definito "buona architettura" quella in grado di produrre edifici capaci di avere "long life, loose fit and low energy" cioè lunga vita, vestibilità ampia e bassa energia.

deve la sua connotazione formale ad istanze tipologiche, ma principalmente a ragioni di efficienza strutturale ed energetica, è riscontrabile nel lavoro di MGF Architekten. Progetti come la scuola per la prima infanzia "Zur Waldau" a Schwanheim, quella "Prauheimer Spatzen" nel comune di Rödelheim, ed il centro polifunzionale contenete scuola elementare, piscina palestra e centro diurno a Riedberg sono tutti edifici ad alta efficienza energetica progettati secondo lo standard Passivehaus che rispecchiano a pieno questa filosofia.

Un altro aspetto fondamentali legato alla efficacia della flessibilità riguarda il livello di complessità che essa sottende: se i meccanismi o le operazioni che sottende sono troppo complessi o laboriosi da mettere in pratica essa è esclusivamente potenziale ma non reale.

Il Buolding il Nakagin Capsule Tower, simbolo del movimento metabolista, progettato Kisho Kurokawa e completato nel 1972 è stato concepito e realizzato con sistemi all'avanguardia che dovevano garantire flessibilità, organicità, estendibilità. Tuttavia in quarantasei anni non è mai stato oggetto di modifiche o riconfigurazioni ed è oggi in gran parte abbandonato. Questo perché la sua si è rivelata una flessibilità solo teorica a causa di due elementi fondamentali: da un lato il processo di trasformazione implicava un eccessivo grado di complessità, dall'altro la sua dimensione spaziale legata al modulo di base si è dimostrata troppo rigida. Al contrario un edificio praticamente suo contemporaneo il Bobourg, sede del centro nazionale d'arte e di cultura Georges Pompidou, progettato da Renzo Piano e Richard Rogers nel 1971 ed inaugurato nel 1977 ha invece dimostrato, grazie all'indeterminazione degli spazi che lo caratterizza e alla scelta progettuale di portare tutti gli elementi di comunicazione e tecnologici sul perimetro esterno, una grande capacità di adattamento alle diverse esigenze emerse nel tempo oltre a prestarsi con facilità ad un recente riammodernamento sempre curato dall'architetto genovese.

Va inoltre sottolineato che, in linea col principio del "long life/loose fit", nello stesso periodo temporale un qualsiasi edificio di un centro storico italiano, anche minore, è mediamente stato modificato con interventi di diverso grado di complessità almeno tre o quattro volte e probabilmente ha cambiato almeno un paio di destinazioni d'uso.

4.2.4 Boxhome

L'architetto finlandese Sami Rintala dello studio Rintala Eggertsson Architects ha da sempre dimostrato grande interesse ed attenzione per le architetture caratterizzate da dimensioni minime.

Progetti come la Floating Sauna o Hotel Kirkenes, albergo di soli 22 mq., esplorano oltre agli aspetti legati alla sostenibilità ambientale ed economica l'appropriatezza e la capacità di queste architetture di relazionarsi con il contesto.

Boxhome è un alloggio ricavato da un parallelepipedo lungo 5,50 ml., largo 2,30 ml. ed alto 5,50 ml.. Lo spazio è organizzato su due livelli aperti e comunicanti messi in relazione da una scala a pioli. Si tratta di un cubo in legno ridotto all'essenziale in grado di soddisfare le funzioni vitali base, studiato appositamente per inserirsi nel tessuto urbano di Oslo. Il progetto persegue l'obiettivo della densificazione urbana non attraverso la realizzazione di edifici di grandi dimensioni in cui ricavare molte unità abitative ma attraverso l'inserimento puntuale di moduli minimi, destinati a determinate tipologie di utenza, in aree della città già urbanizzate ed infrastrutturate, ma non sfruttate come cortili, spazi di risulta tra edifici o infrastrutture, tetti di immobili esistenti, aree dismesse in attesa di recupero. La logica è quella di microinterventi puntuali di cucitura urbana e di occupazione di spazi residui. La scelta delle aperture e lo studio della luce non è casuale, ma calibrato in modo da creare un ambiente introversivo, caldo e riparato in aperto contrasto con la frenesia, il rumore e la velocità dell'ambiente urbano circostante. L'obiettivo è creare un piccolo rifugio tranquillo, una sorta di nido metropolitano in cui potersi rifugiare.

A questo concorre anche la scelta materica che contrappone al rivestimento in lamiera, che consente durabilità e scarsa manutenzione anche in un clima umido come quello di Oslo, il calore del legno interno. L'impiego di essenze differenti, abete rosso, betulla, pino, noce e quercia per i piani di appoggio e i mobili a incasso delle diverse aree permette di suggerire la differenziazione funzionale di uno spazio in realtà continuo.

Il progetto è concepito per coniugare i tre ambiti della sostenibilità secondo il modello della sostenibilità forte. La dimensione ambientale basilare è perseguita in prima istan-

▷ Rintala Eggertsson Architects - Boxhome (2007)
Oslo (Norvegia)
Fonte: © Sami Rintala





▷ Rintala Eggertsson Architects - Boxhome (2007)
Oslo (Norvegia) - vista interna
Fonte: © Ivan Brodey

◁ Rintala Eggertsson Architects - Boxhome (2007)
Oslo (Norvegia) - viste interne
Fonte: © Are Clarsen





◁ Rintala Eggertsson Architects - Boxhome (2007)
Oslo (Norvegia) - vista interna

Fonte: © Ivan Brodey

24. Il Life Cycle Assessment (LCA) è una metodologia di valutazione dell'insieme delle interazioni che un prodotto o un servizio ha con l'ambiente ed il conseguente l'impatto ambientale che scaturisce da tali interazioni.

Nella sua forma completa, il Life Cycle Assessment considera l'intero ciclo di vita, includendo sei fasi: preproduzione (quindi anche estrazione e lavorazione delle materie prime), produzione, distribuzione, uso (quindi anche riuso e manutenzione), riciclaggio e dismissione. La procedura LCA è standardizzata a livello internazionale da due norme specifiche: la ISO 14040 (Gestione ambientale, Valutazione del ciclo di vita, Principi e quadro di riferimento) e la ISO 14044 (Valutazione del ciclo di vita, Definizione e Linee guida)

za sfruttando l'“efficienza incorporata” connaturata all'aumento della densità urbana e alla riduzione spaziale. Come ha osservato lo stesso autore in un clima come quello norvegese, caratterizzato da lunghi periodi freddi che implica che gli edifici abbiano bisogno di essere riscaldati per buona parte dell'anno, la minimizzazione degli spazi rappresenta una soluzione efficace per ridurre i consumi energetici.

Questa scelta rende poi più facile ricorrere ad un modello basato sull'autocostruzione che permette di coniugare istanze di sostenibilità sociale ed economica. Essa consente un ulteriore abbattimento dei costi rispetto a quello già prodotto dalla riduzione spaziale che dal punto di vista sociale ha l'obiettivo di consentire l'accesso alla residenza anche alle fasce di popolazione con redditi bassi. L'organismo edilizio ha un costo di realizzazione al mq. pari a un quarto del costo medio di realizzazione di un appartamento standard. Inoltre la diffusione di questo approccio dovrebbe consentire una parcellizzazione del mercato dell'edilizia, riequilibrando, nelle intenzioni in chiave più sostenibile, il sistema economico legato al mondo delle costruzioni.

4.3 Minimo e Materia.

Derubricare il rapporto tra architettura e sostenibilità all'analisi della più o meno presunta eco-compatibilità dei materiali che vengono impiegati nella costruzione di un edificio è una tendenza molto diffusa anche tra gli operatori del settore.

Esistono diversi indicatori energetici ed ecologici utilizzati per confrontare i diversi prodotti e materiali da costruzione.

Riscaldamento globale (GWP), riduzione dell'ozono presente nella stratosfera (ODP), formazione fotochimica dell'ozono nella troposfera (POCP), acidificazione potenziale (AP) ed eutrofizzazione potenziale (EP), contenuto di energia primaria (PEI) sono quelli principalmente utilizzati per valutare Life Cycle Assessment (LCA)²⁴.

Tra questi il PEI (Primary energy Input) assume un ruolo preponderante. Esso è definito come il fabbisogno di risorse energetiche necessarie per la fornitura di un prodotto o di un servizio ed è a sua volta suddiviso in PEInr e PEIr che fanno riferimento rispetti-

vamente alla quota parte rinnovabile e non rinnovabile utilizzata.

Il contenuto di energia primaria di un materiale altro non è che un indicatore dell'energia grigia in esso contenuta ovvero dell'energia necessaria per raccogliere o estrarre la materia prima, per il trasporto ai centri di produzione, il processo di produzione e lavorazione, il trasporto in cantiere, lo stoccaggio, la messa in opera e per lo smaltimento o riciclo del materiale lavorato. Risulta evidente che si tratta di un indicatore di complessa determinazione che sebbene interessante è poco significativo se non inserito in un ragionamento globale.

In primo luogo, nella pratica, esso è difficilmente valutabile con accuratezza ed il suo valore risulta estremamente variabile sia a causa dei parametri che lo compongono (basti pensare all'incidenza su uno stesso materiale del trasporto o alla tipologia di energia utilizzata per la sua produzione) sia per i metodi di calcolo impiegati dai diversi protocolli.

Esso inoltre non è assolutamente indicativo delle prestazioni dell'edificio in fase di esercizio che, come emerge in modo unanime dagli studi condotti in materia, restano sempre dominanti rispetto a quelli relativi alle altre fasi del ciclo di vita, costruzione, manutenzione fine vita.

Bisogna poi sottolineare che il singolo parametro non è in grado di cogliere la complessità legata alla effettiva determinazione degli impatti.

A fianco ad impatti immediatamente visibili ne esistono altri difficilmente individuabili. Si prenda ad esempio il caso relativo alla diffusione delle strutture in legno. Dal punto di vista teorico il legno è un materiale caratterizzato da un basso peso ecologico anche se è essenziale distinguere tra legno e legno lamellare. Il primo è caratterizzato da un PEI di 609 MJ/m³, il secondo da 3.578 MJ/m³ per avere un termine di paragone il mattone in laterizio ha un PEI di 1.663 MJ/m³, il calcestruzzo armato 4.098 MJ/m³. A livello pratico la diffusione di questa tecnologia ha portato all'impiego in Europa e negli Stati Uniti di ingenti quantità di pannelli composti da legnami provenienti dalla foresta amazzonica contribuendo ad acuire il problema della deforestazione.

Se gli effetti a breve termine come la perdita di biodiversità sono stati visibili solo su scala locale e pertanto non percepibili nei luoghi dove il materiale è stato impiegato,

solo quelli sul lungo periodo, come l'intensificarsi dell'effetto serra hanno avuto ricadute globali.

Dunque, sebbene in linea generale i materiali a bassa energia incorporata siano da ritenere preferibili, questo non deve essere usato come unico criterio di selezione, né come elemento guida della progettazione sostenibile.

L'approccio minimalista all'aspetto legato ai materiali in architettura rientra nell'accezione del rapporto tra "minimo e mezzi" cioè a quella tendenza propria del minimalismo a ricorrere a materiali e strutture minime per la realizzazione dell'opera.

Questo aspetto non si esaurisce con l'impiego del materiale a più basso impatto ecologico, ma in realtà implica una scelta basata sulla sintesi di numerosi fattori che serve ad individuare quello più adatto alla specifica opera.

Esso comporta la valutazione di numerosi aspetti oltre a quello ecologico quali il luogo inteso come efficienza in relazione alle condizioni climatiche, distanza dal luogo di estrazione e produzione, tradizioni, filiere economiche locali, la durata prevista dell'edificio, la funzione che esso deve assolvere, la possibilità di subire trasformazioni, la più o meno ridotta necessità di manutenzione, la possibilità di riutilizzo o riciclo.

4.3.1 Pesante Leggero

"Quanto pesa il suo edificio Sir Norman?"²⁵. La domanda che Fuller pose all'architetto inglese Norman Foster parlando del Sainsbury Center of Visual Arts and Crescent Wing (1976-1977) non sottende una provocazione, ma una questione di metodo portata alla sua sintesi estrema.

La lezione di Van der Rohe: "fare più con meno, creare strutture più forti con una minima quantità di materiali"²⁶ è il manifesto di una visione in cui l'architettura è legata ai vincoli ed alla necessità ed in cui la metodologia progettuale sostituisce la ricerca estetica. Un approccio in cui la risposta al tema genera la forma. Si tratta di un modo di accostarsi al problema architettonico intrinsecamente sostenibile. Non è un caso che Fuller, famoso per le sue grandi strutture leggere ed essenziali, abbia affrontato i temi dell'energia

25, 26. Cit. Lopez Amando N. Carlos C., Quanto pesa il suo edificio Mr Foster?, Milano, La Feltrinelli, 2013.

applicata all'architettura, della riduzione degli spazi e molti altri concetti propri della sostenibilità molto prima che il termine "green" diventasse un prefisso onnipresente della parola architettura.

Il "peso" dell'edificio è quindi un concetto chiave per definire la sostenibilità di un'architettura. Il termine nella sua declinazione sostenibile assume naturalmente un significato più ampio di quello meramente legato alla somma del peso dei materiali che lo compongono; tuttavia la questione di fondo collegata al metodo cui si riferisce la domanda di Fuller rimane la stessa.

Il ciclo di vita di un organismo edilizio, oltre alla progettazione, è composto da diverse fasi: costruzione, esercizio, manutenzione e modifica, dismissione. Esso è legato a tre risorse principali: materiali, energia ed acqua.

L'approccio sostenibile alla progettazione deve considerare queste tre risorse in termini di esaurimento delle materie prime, degli impatti ambientali e sociali correlati al loro uso prendendo in considerazione l'intero ciclo di vita dell'organismo edilizio.

La questione della corretta determinazione del "peso" non è solo un problema di sistema di valutazione ma è soprattutto un problema di metodo. Dal punto di vista della valutazione, per le ragioni spiegate in precedenza, vi sono evidenti criticità connesse al sistema di calcolo o di classificazione impiegato. L'energia incorporata di uno stesso edificio può risultare anche molto diversa a seconda del protocollo o della norma di classificazione scelta inoltre raramente si considera il fatto che materiali diversi vengono impiegati in quantità diverse per ottenere scopi uguali. Il problema maggiore comunque riguarda due elementi: il fattore tempo ovvero la durata e "l'efficienza incorporata". Più un edificio è longevo più l'incidenza dell'energia legata alla costruzione diventa limitata rispetto a quella di esercizio. Nei protocolli che valutano la sostenibilità di un edificio essa è assunta come dato standard, ma nella realtà la durata temporale di un'architettura è estremamente variabile. Essa riguarda il metodo progettuale almeno quanto la tecnica costruttiva ed i materiali impiegati.

Esiste infatti un presupposto fondamentale secondo il quale: "tutto ciò che appare scomodo e sgradevole non è destinato a durare a lungo. Uno dei motori dell'innovazione e del cambiamento nelle diverse epoche storiche appare essere appunto la rimozione

della condizione di inadeguatezza²⁷.

Da questo discende che uno dei parametri essenziali dell'architettura sostenibile è la sua capacità di essere trasformata, riconfigurata, dismessa.

Esistono due approcci progettuali: uno prevede architetture temporanee progettate per avere una durata limitata, un altro prevede architetture costruite secondo l'approccio del "long life / loose fit".

In quest'ottica edifici costruiti per durate limitate devono necessariamente utilizzare materiali con minor energia incorporata e ad elevato grado di riciclabilità utilizzando tecniche costruttive, come quelle a secco, che consentano l'effettivo recupero della materia impiegata.

Architetture che sono pensate per tempi di vita più lunghi invece possono impiegare materiali con minor energia incorporata a patto che questi siano caratterizzati da durabilità, scarsa necessità di manutenzione: In essi l'elemento determinante è l'efficienza energetica in fase di esercizio.

Il rapporto tra sostenibilità e materia inoltre è strettamente legato al concetto di "efficienza incorporata" cui si è già parlato in relazione al rapporto tra minimo e spazio (vedi cap. 4.2.1).

Alcuni aspetti legati alla progettazione, come flessibilità, dimensione, trasformabilità, seppur non quantificabili nei protocolli di valutazione sono fondamentali e rivestono un ruolo determinante. Questo vale anche per nell'adozione di tecniche costruttive più o meno adattive. Come a parità di funzioni svolte, un progetto che preveda una dotazione spaziale inferiore rispetto ad un altro comporta una riduzione, oltre che di consumi energetici in fase di esercizio, anche dell'impiego di materiali e quindi è intrinsecamente più sostenibile lo stesso così scelte strutturali e di composizione dell'involucro hanno ricadute sostanziali sulla sostenibilità di un'architettura.

Se è intuitivo comprendere che tipologie strutturali che determinano libertà spaziale permettono facilmente di riconfigurare e adattare a nuove funzioni lo spazio architettonico, meno immediato è l'aspetto legato alle scelte che riguardano l'involucro.

Al di là degli aspetti di ottimizzazione del funzionamento termoisolante dell'elemento costruttivo risulta ad esempio evidente che, anche a parità di prestazioni del

27. Cit. Hegger M. Fuch S. Stark T. Zeumer M., Atlante della Sostenibilità e della efficienza energetica degli edifici, Utet Scienze Tecniche, Milano 2008, p. 11

pacchetto, la scelta di inserire un materiale coibente nell'intercapedine di una struttura in laterizio è molto meno sostenibile rispetto alla sua applicazione sul lato esterno. Questo per due ordini di ragioni: in primo luogo perché il tempo di vita del materiale coibente è molto diverso da quello previsto per il laterizio e la posizione in intercapedine ne impedisce sia la sostituzione (sarebbe infatti necessario rimuovere anche la parte di parete esterna in laterizio che invece potrebbe ancora rimanere in opera a lungo) sia la possibilità, per motivi di comportamento igrometrico, di aggiungere esternamente un nuovo strato di materiale isolante. Problemi che al contrario non si verificano con una applicazione comunemente della "a cappotto".

Proprio perché la sostenibilità è questione di metodologia progettuale basata sui vincoli e sulle condizioni al contorno le architetture sostenibili sono caratterizzate da un elevato grado di eterogeneità.

Esempi interessanti di edifici che, per esigenze funzionali o per motivi socio-economici, sono progettati per avere un tempo di vita medio-breve, e che operano sul contenimento dell'energia incorporata dei materiali ricorrendo a elementi costruttivi poco impattanti o riutilizzabili sono ad esempio il Soe ker tie Hias e il Jigya So Rehabilitation Center. In questi casi il ricorso a materie prime reperite in loco e a tecniche costruttive locali diventa un valore aggiunto non solo dal punto di vista ecologico, ma più in generale anche da quello sociale ed economico.

Soe ker tie Hias sono sei dormitori realizzati per ampliare un orfanotrofio ubicato nel villaggio di Noh Bo in Thailandia. I piccoli edifici progettati dagli architetti dell'organizzazione Norvegese TYIN Tegnestue sono stati realizzati in tre mesi da studenti e maestranze locali. L'elemento caratterizzante del progetto oltre alla riduzione spaziale è il bambù, essenza tipica della zona, intrecciato con una tecnica tipica della regione con cui è realizzato l'involucro che avvolge il leggero scheletro portante in legno e metallo. Lo stesso concetto costruttivo che, ad una leggera maglia strutturale in metallo, affianca un involucro costituito da materiali locali è alla base del progetto del Jigya So Rehabilitation Center di Caravatti Architetti realizzato a Katì in Mail. L'intero progetto è modulato sulle dimensioni del blocco in cemento essiccato al sole (40x20x20 cm.) realizzato in loco e impiegato nelle costruzioni tipiche della zona. La finitura dell'involucro, cui si

▷ TYIN Tegnestue - Soe ker tie Hias (2009) Noh Bo (Thailandia) - vista generale dell'insediamento
Fonte: www.tyinarchitects.com

▷ TYIN Tegnestue - Soe ker tie Hias (2009) Noh Bo (Thailandia) - particolare lavorazioni materiali
Fonte: www.tyinarchitects.com



◁ ▷ Caravatti_Caravatti - Jigya So Rehabilitation Center (2016) Kati (Mali) - Medaglia d'oro premio sostenibilità Fassa Bortolo (2017)

Fonte: © caravatti_caravatti







△ Pedevilla Architects - Caserma dei vigili del fuoco Vierschach (2016), Vierschach (Italia) - Menzione d'onore premio sostenibilità Fassa Bortolo (2017) - vista fronte verso l'abitato
Fonte: © Gustav Willeit

◁ Pedevilla Architects - Caserma dei vigili del fuoco Vierschach (2016), Vierschach (Italia) - Menzione d'onore premio sostenibilità Fassa Bortolo (2017) - vista fronte strada principale
Fonte: © Gustav Willeit

deve la particolare caratterizzazione materica del progetto, è realizzata con una tecnica locale tradizionale chiamata tyrolienne prodotta con una miscela di sabbia, inerti ossidi e una bassa percentuale di cemento.

Anche tutti gli altri materiali impiegati provengono dall'area in cui è ubicato l'edificio. Le loro caratteristiche assieme ad accorgimenti progettuali come il doppio tetto intervallato da una camera d'aria, l'orientamento dell'edificio le bucatore di pareti e soffitti finalizzate a generare moti convettivi permettono all'edificio di avere un clima interno ottimale in un contesto climatico difficile come quello centroafricano.

Nell'ottica di edifici con un tempo di utilizzo molto più lunghi diventano determinanti aspetti legati alla prestazione energetica in fase di esercizio, alla durabilità del materiale, alle esigenze manutentive.

In quest'ottica è interessante la sperimentazione materica effettuata dallo studio Pedavilla Architects su due edifici: la caserma dei vigili del fuoco di Vierschach e casa a Varna.

Edifici come le caserme dei vigili del fuoco sono edifici che per la loro funzione strategica sono progettate per avere un tempo di utilizzo estremamente lungo e standard di resistenza estremamente elevati in caso di calamità naturali.

L'edificio, la cui pigmentazione rossa sottolinea volutamente il carattere monolitico, è composta da due livelli uno più basso aperto il villaggio destinato a contenere lo spazio per i camion e le attrezzature ed uno superiore aperto verso la strada principale atto ad ospitare le funzioni pubbliche. I due livelli sono collegati da una scala interna esterna circolare.

Data la funzione le scelte progettuali si sono indirizzate verso un design lineare volto alla riduzione dei dettagli finalizzato alla realizzazione di una costruzione semplice, resistente durevole e con esigenze e costi di manutentive molto limitati nel tempo. Questo ha portato i progettisti ad impiegare un numero esiguo di materiali. L'involucro è caratterizzato da una soluzione monostrato realizzata mediante l'impiego di un calcestruzzo leggero, denominato LiaPor, che oltre a garantire le prestazioni statiche e di tenuta all'acqua e al gelo, si occupa anche dei requisiti di isolamento, garantendo elevate prestazioni energetiche sia in inverno che in estate. La lavorazione a facciavista e le

irregolarità del materiale utilizzato diventano un elemento di connotazione estetica del progetto sia esterno che interno dove si alternano rivestimenti in legno di pino locale. Questa soluzione è un interessante esempio di minimo perché opera contemporaneamente su differenti livelli. Minimizza il numero materiali impiegati e di lavorazioni per la realizzazione della facciata, minimizza i tempi di realizzazione grazie alla capacità di coniugarsi con i processi di prefabbricazione, elimina tutte le problematiche relative alle pareti multistrato come la diversa durabilità dei componenti ed eventuali criticità termometriche pur garantendo ottime prestazioni.

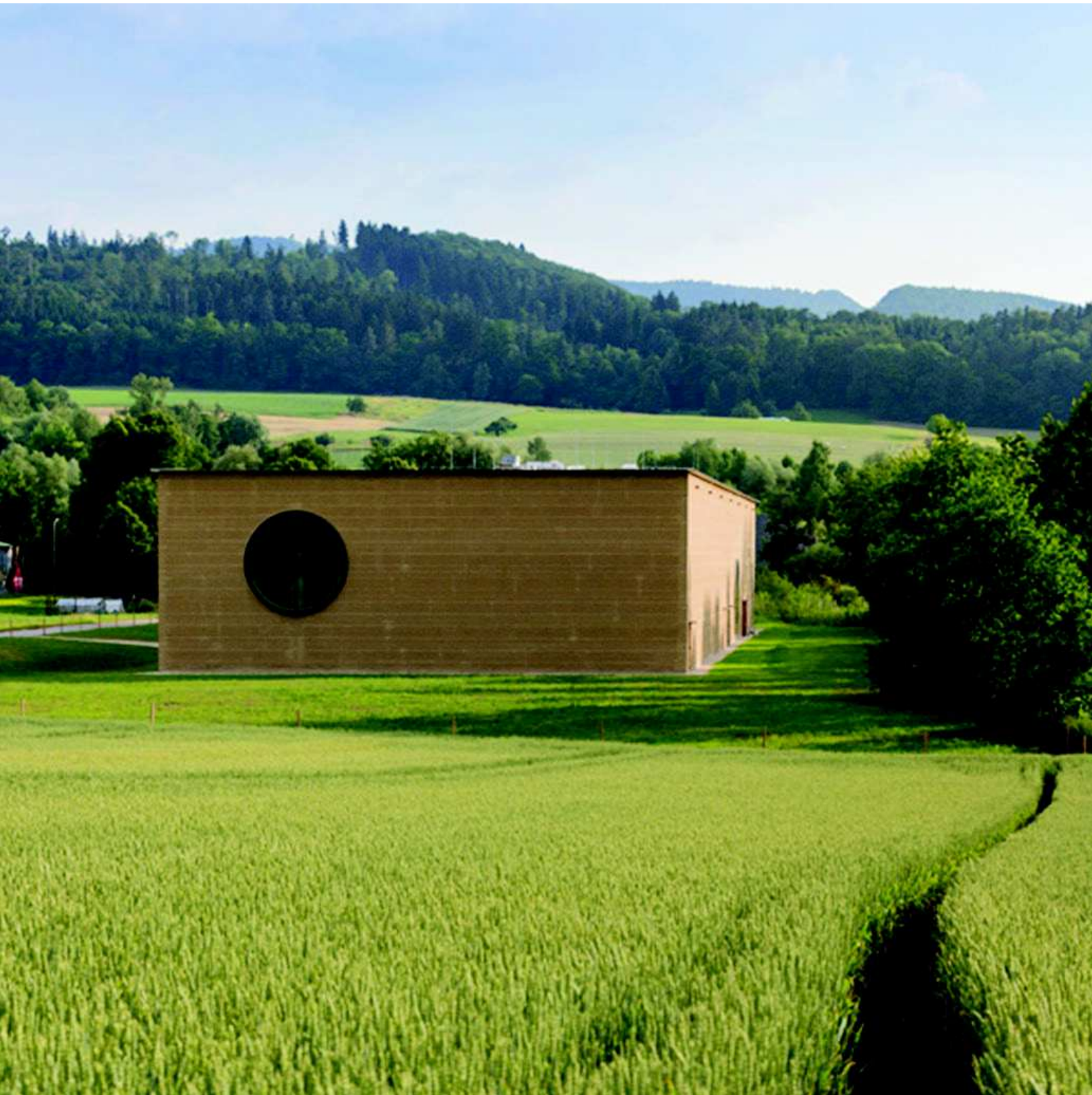
▷ Jacques Herzog e Perre de Meuron - Stabilimento per la conservazione delle Erbe Ricola (2015) Laufental (Svizzera)
Fonte: © Iwan Baan

4.3.2 Nuovo stabilimento per la conservazione delle erbe Ricola

Nell'approccio progettuale di Jacques Herzog e Pierre de Meuron la componente materica ha da sempre assunto un ruolo importante non limitato alla dimensione estetica, ma esteso alla ricerca dell'interazione tra l'aspetto tecnico-funzionale del materiale e la sua valenza formale. Una metodologia già evidente nel progetto per la Dominus Winery (1995-1999) dove un volume monolitico è dotato di un doppio involucro. Il primo, quello più interno, ha la funzione di definire lo spazio, il secondo più esterno, composto da gabbie metalliche riempite con basalto locale, si sovrappone al primo ed ha valenze formali e di termoregolazione. Esso infatti risponde sia alla necessità di inserimento nel paesaggio e al desiderio di non invadere il luogo con elementi non autoctoni sia ad istanze climatiche in quanto la facciata dell'edificio genera una struttura massiva che ha il compito di fungere da termoregolatore naturale.

L'estrema evoluzione di questa metodologia progettuale basata sulla fusione di elementi attivi e passivi nella quale le scelte materiche hanno al contempo valenze funzionali e formali è alla base del progetto per il nuovo stabilimento per la conservazione delle erbe di Ricola. Si tratta del più grande edificio in terra cruda realizzato in Europa il cui involucro è stato realizzato esclusivamente con materiale locale proveniente dal Laufental.

Il progetto è un perfetto esempio di un approccio che massimizza lo sfruttamento delle





◁ Jacques Herzog e Perre de Meuron - Stabilimento per la conservazione delle Erbe Ricola (2015) Laufental (Svizzera)

Fonte: Fonte: © Iwan Baan

▽ Jacques Herzog e Perre de Meuron - Stabilimento per la conservazione delle Erbe Ricola (2015) Laufental (Svizzera) - Particolare della parete in argilla.

Fonte: © Ricola



soluzioni passive ed integra in modo mirato soluzioni tecnologiche attive. Nello specifico il ruolo fondamentale è svolto dalla scelta del materiale. La facciata autoportante in terra cruda, prima che ad istanze ecologiche o di utilizzo di materiali locali risponde a precise esigenze funzionali, le erbe, infatti, necessitano di condizioni omogenee e le pareti in terra cruda regolano in modo naturale l'umidità dell'aria mantenendola tra il 40 e il 60 per cento. La soluzione consente di ridurre in modo significativo l'impiantistica dell'immobile e quindi i consumi energetici. I moduli fotovoltaici sul tetto e l'uso del calore di scarto del vicino centro di produzione contribuiscono a migliorare l'equilibrio ecologico complessivo del sito.

I progettisti scelgono di coniugare ad un materiale antico come l'argilla una forma arcaica, monolitica. Il risultato è "un masso erratico nel bel mezzo di un paesaggio costellato di edifici industriali convenzionali" la cui forma allungata da un lato evidenzia il susseguirsi delle fasi di lavorazione delle erbe, dall'altro richiama i percorsi e i filari delle siepi che sono caratteristica distintiva della zona. La dimensione formale è affidata esclusivamente alla componente materica ed alla sua capacità di integrarsi con il contesto mentre dal punto di vista compositivo si assiste ad una estrema riduzione che porta all'utilizzo di un volume puro come il parallelepipedo accostato alle forme pure della grande finestra circolare. Con una lunghezza di 110 metri, una larghezza di 30 metri e un'altezza di 11 metri, le facciate in terra battuta sono di aspetto imponente, ma, grazie alla loro tonalità in terracotta, si integrano gradevolmente nel verde intenso del paesaggio circostante.

4.4 Minimo e Ambiente

Il termine "ambiente" indica l'intorno in cui e con cui un elemento si relaziona. Nell'immaginario collettivo esso ha assunto una accezione legata ad una vaga idea di "ambiente naturale". L'enciclopedia Treccani, ad esempio definisce l'ambiente come: "l'insieme delle condizioni in cui si svolge la vita degli organismi. L'ambiente è un sistema complesso di fattori fisici, chimici e biologici, di elementi viventi e non viventi e di relazioni

in cui sono immersi tutti gli organismi che abitano il Pianeta. L'insieme degli ambienti della Terra costituisce la biosfera." Si tratta di una definizione parziale in quanto in realtà si tratta di un concetto neutro applicabile indifferentemente a qualsiasi tipo di sistema sia esso naturale, artificiale o ibrido. Basti pensare ad esempio al concetto di ambiente informatico o a quello di ambiente economico le cui definizioni prescindono dalla componente naturale.

Le problematiche ecologiche hanno dimostrato i limiti del principio di autonomia proprio del paradigma moderno riconoscendo la superiorità sostanziale della totalità dell'ecosistema rispetto alle sue parti. Questo ha introdotto un'idea per cui il progetto non è più finalizzato a creare solo oggetti spaziali, ma a generare "un ecosistema bilanciato delle componenti biotiche e non o, meglio, definire una relazione produttiva e riparativa con l'ambiente naturale, sia a livello locale che a livello globale"²⁸.

Tale nuova consapevolezza, tuttavia, non è stata accompagnata da una ridefinizione dei concetti di naturale ed artificiale che sostanzialmente vengono ancora percepiti come dicotomici. Tale mancanza è alla base di una serie di criticità:

-La riduzione del dibattito riguardante l'idea di salvaguardia ambientale all'opportunità o meno dell'utilizzo di standard di valutazione, ovvero il dibattito tra esponenti dell'High Performance Green e i sostenitori del Natural Green. Una semplificazione dell'aspetto sistemico del progetto legata all'introduzione del verde in architettura come benchmark di sostenibilità ed ecologicità. Tendenza questa connessa, per altro, ad un processo, più o meno conscio, di sparizione dell'architettura stessa.

-L'affermarsi su un'idea di architettura finalizzata più a generare ecosistemi che non a lavorare all'interno di ecosistemi.

Tutte queste problematiche investono due ambiti: il rapporto naturale - culturale ed il rapporto nuovo - esistente.

4.4.1 Naturale Culturale

Nella cultura occidentale la natura è legata al concetto romantico di "mondo perduto".

28. Cit. cit. Yeang K., *The Green Skyscraper*, Prestel, Londra, 1999.

Un mondo che deve la sua appetibilità ad un preciso storytelling basato su un archetipo bucolico di natura pacifica, calma ed armoniosa. Si tratta naturalmente di una visione parziale perché essa può rivelarsi crudele, selvaggia, imprevedibile. L'architettura stessa nasce dalla necessità dell'uomo di modificare l'ambiente per renderlo più adatto alla propria sussistenza.

Viceversa si sta affermando una tendenza culturale per cui tutto quello che è prodotto dall'uomo contemporaneo e che è percepito come artificiale assume un'accezione negativa.

In realtà la linea di demarcazione tra natura e cultura è labile. Come osserva Koert Van Mensvoort "quando un uccello costruisce un nido, lo chiamiamo natura, ma quando un essere umano costruisce un condominio, all'improvviso è cultura..... In senso evolutivo, ogni distinzione tra cultura e natura ha qualcosa di arbitrario; entrambi hanno fatto parte della stessa macchina evolutiva dai tempi di Darwin."²⁹.

Il giardino giapponese o il giardino all'inglese sono natura o cultura? Perché i tulipani arcobaleno sono percepiti come naturali e la pecora Dolly no?

Consideriamo naturali i campi coltivati dell'agro pontino o delle pianure olandesi, ma essi sono il frutto di pesantissime trasformazioni del territorio innescate dall'uomo. In realtà la natura nel senso di materia fisica inalterata dagli esseri umani praticamente non esiste più.

Quando ci riferiamo ad essa ci riferiamo sempre al nostro rapporto con la natura, mai alla natura stessa, parliamo cioè di una costruzione culturale. Il concetto stesso è molto cambiato nel corso della storia: Tommaso d'Aquino sosteneva che l'arte imitava la natura mentre per Oscar Wilde era la natura ad imitare l'arte. Positivismo e Costruttivismo hanno sviluppato due idee diametralmente opposte sulla possibilità di indagare l'argomento. Il fatto è che si tratta di un concetto dinamico in continua evoluzione.

Questa discussione inoltre non può prescindere dal ruolo della tecnologia. Prendiamo il caso delle tecniche di coltivazione idroponica. Esse consentono produzioni controllate sia dal punto di vista qualitativo sia da quello igienico-sanitario durante tutto l'anno senza l'utilizzo di pesticidi e riducendo in modo sostanziale l'utilizzo di acqua. Una pianta coltivata in questo modo è più o meno naturale di una coltivata a terra con metodi

29. Cit. Van Mensvoort K. Grievink H., Next Nature - Nature changes along with us, Actar Publishers, Barcellona, 2011.

tradizionali?

La realtà è che viviamo già in un mondo ibridato in cui le definizioni classiche di naturale e culturale non sono più adeguate ed in cui più gli esseri umani diventano indipendenti dalle condizioni fisiche, più diventando dipendenti dai dispositivi tecnologici.

L'approccio classico per cui il dominio di origine, di "nascita", apparteneva in precedenza alla natura, mentre la cultura comprendeva il dominio del "fatto" è sempre meno applicabile. Non è un caso che coesistano spinte contrapposte: da un lato si assiste ad una decisa tecnologizzazione delle attività tipiche delle aree rurali come l'agricoltura o l'allevamento, dall'altro si assiste alla ricerca di trasformazione dell'ambiente urbano attraverso l'utilizzo di elementi, percepiti come naturali come il verde e l'acqua.

In realtà diventa più attuale una distinzione basata sui concetti di "controllabile" e "autonomo". Per essa "cultura" è ciò che controlliamo, mentre il termine "natura" ricomprende tutte quelle cose che hanno una qualità autonoma e cadono al di fuori della portata del potere umano.

Secondo questa nuova accezione l'utilizzo del verde in architettura è un elemento "culturale" e non "naturale" che assume reale significato per le interazioni che esso genera, nei diversi livelli con l'ambiente circostanze nell'ottica del mantenimento delle condizioni di equilibrio del sistema. Quando si parla delle ragioni che spingono all'utilizzo del verde nella progettazione sostenibile si citano gli aspetti legati alla termoregolazione, al miglioramento della qualità dell'aria, alla capacità di proteggere da eventuali venti dominanti indesiderati o alla capacità schermante, fino ad arrivare alla dimensione estetica. Tutti concetti legati all'idea di controllo. Lo stesso ragionamento può essere esteso all'elemento acqua.

Al contrario le strategie basate sul concetto di resilienza rappresentano la risposta dell'architettura alla componente autonoma, non controllabile dalle capacità umane e pertanto definibile come "naturale".

L'approccio legato al concetto di minimo opera all'interno degli ecosistemi in due modi: riducendo al minimo l'alterazione che l'intervento genera sul sistema globale o attraverso interventi volti a compensare eventuali disequilibri. Strategie entrambe legate al concetto di equilibrio.

La dimensione ecologica della sostenibilità in quest'ottica riguarda la sfera culturale e non naturale. Essa è finalizzata al mantenimento dell'ecosistema attuale e al tentativo di ripristinare condizioni che appaiono modificate e che hanno innescato trasformazioni imprevedibili e non controllabili.

Una delle conseguenze più interessanti di questo ragionamento riguarda il ricorso sempre maggiore all'utilizzo del verde in architettura. Se portando agli estremi il ragionamento tra naturale ed artificiale di Van Mensvoort si può affermare che "Real Nature is not green"³⁰ è altrettanto evidente che l'inserimento del verde in ambito architettonico è stato ed è tuttora uno dei mezzi più efficaci per comunicare al grande pubblico la sostenibilità, o presunta tale, di un edificio. Questa metonimia è sicuramente l'elemento comunicativo più forte su cui si basa lo storytelling della sostenibilità. L'associazione verde - naturale - ecologico - sostenibile è talmente forte da risultare efficace praticamente in qualsiasi sfera di applicazione. Come si può vedere questa tesi non fa eccezione. Il problema non risiede infatti nell'utilizzare una associazione così efficace e dalla così grande capacità di penetrazione, ma nell'utilizzarla per attribuire a posteriori un'aura di ecologicità e sostenibilità ad interventi che nella realtà non hanno nessuna caratteristica per poterli classificare come tali.

Il fatto che, come già illustrato, il ricorso ad elementi vegetali, siano essi applicati all'edificio come facciate e tetti verdi o innesti su scala urbana come piantumazioni puntuali o parchi utilizzati per modellare e modificare l'ambiente antropizzato siano un elemento culturale e non naturale, non modifica in alcun modo la legittimità del ricorso a tali soluzioni qualora esse rispondano a precise istanze ed esigenze del progetto. Il rapporto con il contesto, sia esso più o meno antropizzato è, da sempre, un elemento fondamentale dell'architettura.

Inoltre nessuno mette in dubbio la necessità dell'uomo di relazionarsi con elementi della sfera vegetale. La criticità riguarda esclusivamente la tendenza in atto di "naturalizzazione" dell'architettura, di cui l'utilizzo del verde è uno degli aspetti preponderanti, che ha come effetto immediato la sparizione dell'oggetto architettonico senza essere necessariamente legato ad aspetti di sostenibilità ed ecocompatibilità.

La tendenza ad attingere all'immaginario del mondo vegetale alla ricerca di nuovi mo-

30. Cit. Van Mensvoort K. Grievink H., Next Nature - Nature changes along with us, Actar Publishers, Barcellona, 2011, capitolo 1. Una analoga citazione si trova in: Van Mensvoort K., Real Nature is not Green, articolo pubblicato nel blog nextnature (<https://www.nextnature.net>), 2006.

delli formali non è certo una novità della disciplina. Il problema è che il paradigma della sostenibilità sottende il contemporaneo soddisfacimento di aspetti qualitativi e quantitativi.

Le diverse strategie che vanno dall'estetica della sparizione, al camouflage naturalistico, alla contaminazione sono, invece, tutte connotate da una matrice marcatamente estetica tesa a soddisfare aspetti qualitativi del progetto senza alcuna attenzione per quelli quantitativi. In altri termini perseguono un'estetica ecologica senza occuparsi, o facendolo solo superficialmente, delle reali ricadute in termini concreti sulla sostenibilità del progetto. Un atteggiamento generato in parte dalla tendenza a considerare l'edificio come ecosistema isolato e non come parte di un ecosistema globale.

Come tutte le altre scelte progettuali l'utilizzo del verde non è gratuito né positivo a prescindere, ma implica aspetti positivi e negativi, costi e benefici.

Le trasformazioni introdotte a seguito dell'affermarsi del movimento ecologista e del paradigma della sostenibilità hanno generato una trasformazione connessa non tanto alle accezioni relative al suo utilizzo, ma piuttosto a livello comunicativo e di tecnologia costruttiva.

Le accezioni principali storicamente legate al suo impiego: connettivo - contestuale, funzionale, estetica, sebbene evolutesi rimangono immutate. La tipica pergola ricoperta da vite o da glicine delle case rurali della pianura veneta era finalizzata ad ottenere effetti di termoregolazione e protezione dalla calura estiva simili a quelli attribuiti alle facciate verdi. La prima lavora sugli apporti solari la seconda sulle capacità inerziali dell'involucro ma lo scopo finale è lo stesso. L'isola verde che caratterizza Piazza della Valle a Padova dal punto di vista contestuale è la versione settecentesca del giardino verticale realizzato da Patrick Blanc nella piazza pubblica antistante il Caixaforum di Madrid progettato da Herzog e de Meuron.

L'elemento che contraddistingue queste applicazioni contemporanee deriva dal livello di integrazione generato dalle possibilità fornite dall'avanzamento tecnico - scientifico che permettono di integrare il verde nella struttura con soluzioni verticali (facciate verdi, giardini verticali) o con soluzioni orizzontali di cui l'espressione più diffusa è il tetto verde, prima irrealizzabili.

Le ricadute quantitative di queste soluzioni sono tuttavia incerte.

Se ci si basa sugli studi scientifici questa tendenza piuttosto diffusa a considerare il ricorso al verde più o meno integrato negli edifici o alla piantumazione delle aree ad essi limitrofe quali strumenti per garantire un elevato grado di sostenibilità degli interventi sembra essere priva di fondamento. I sostenitori di queste soluzioni sono infatti soliti porre l'accento soprattutto sulla capacità delle piante di assorbire l'anidride carbonica in esercizio prodotta dagli organismi edilizi. Un caso esemplare in questo senso è il nuovo Apple Park progettato da Foster + Partners in che prevede la realizzazione di un bosco con più di 9000 specie arboree aventi la funzione di purificare l'aria.

Questa tendenza si basa su supposizioni più che su studi scientifici. Le poche ricerche svolte con rigore accademico sull'argomento in realtà sembrano documentare l'inefficienza di queste soluzioni.

I due studi attualmente più completi in materia sono stati svolti da ricercatori del Singapore-MIT Alliance for Research and Technology e dall'Università della California.

Il primo sintetizzato in un articolo dal titolo "Does urban Vegetation enhance carbon sequestration" pubblicato nel nel 2016 dalla rivista Landscape and Urban Planning conclude che "l'impatto della vegetazione urbana nella riduzione delle emissioni di gas a effetto serra attraverso il sequestro di carbonio è molto limitato o nullo"³¹. La conclusione a cui arrivano i ricercatori deriva da una serie di rilevazioni svolte in diverse aree urbane. Il sito oggetto di studio dove l'incidenza della piantumazione è stata maggiore è un quartiere di Vancouver, in Canada, dove gli alberi piantati hanno sequestrato circa l'1,7% delle emissioni di CO₂ prodotte dalle attività umane.

Risultati analoghi sono stati ottenuti dai ricercatori del California State University Northridge in uno studio del 2009 che ha monitorato l'effetto della piantumazione di 3.900 alberi in una superficie complessiva di 350 ettari del campus dell'università. Incrociando le informazioni del Center for Urban Forest Research sulla alla capacità di assorbimento di emissioni nocive delle singole specie arboree e i dati degli alberi del campus, è emerso che mediamente la vegetazione piantata era in grado di assorbire meno dell'1% delle emissioni prodotte.

Sulla base di questi dati scientifici Fred Bernstein ha stimato che i 9000 alberi del cam-

31. Cit. Velasco E. Roth M. Norford L. Molina L. T., Does urban vegetation enhance carbon sequestration? Landscape and Urban Planning, Volume 148, Aprile 2016 p. 99 - 107

pus di Cupertino dovrebbero rimuovere più di 320mila kg di Co2 dall'atmosfera ogni anno. Se consideriamo che, in base alle stime, l'Apple Park dovrebbe produrre 82mln di kg di anidride carbonica all'anno, questo significa che la foresta ne catturerà meno dell'1%³².

In definitiva nuove soluzioni di verde integrato negli edifici verticali ed orizzontali presentano possibili, ma ancora difficilmente quantificabili, benefici, quali, l'effetto termoregolare, ombreggiamento che vanno valutati in relazione ai costi certi come il necessario sovradimensionamento delle strutture per il loro inserimento, il fabbisogno di acqua, i costi di manutenzione, la durata.

Ci si dovrebbe poi chiedere se i vantaggi quantitativi eventualmente connessi al loro utilizzo siano ottenibili con sistemi a più basso grado di complessità e che richiedono minori costi globali, sia economici che ambientali, di manutenzione.

Dal punto di vista del rapporto tra minimo e sostenibilità l'utilizzo del verde diventa molto interessante nel momento in cui genera un aumento di funzioni e quindi garantisce multidimensionalità al progetto.

Una delle applicazioni in cui questo fenomeno è più evidente riguarda l'impiego del verde nella rifunzionalizzazione e nella trasformazione delle reti fisiche di connessione. Il sistema infrastrutturale³³ rappresenta uno dei pochi elementi in grado di contrastare la tendenza della città contemporanea alla frammentazione e alla dispersione.

Per assolvere questo ruolo la progettazione delle infrastrutture necessita di un'evoluzione in cui la capacità di ottimizzare e velocizzare le possibilità di movimento dei fruitori non è più l'unico aspetto da considerare. Le nuove criticità della città contemporanea e il paradigma della sostenibilità hanno posto le condizioni per il superamento della concezione dello spazio connettivo come spazio meramente monofunzionale.

Premminente è diventata la capacità dei sistemi di comunicazione urbani di coniugare istanze di carattere tecnico-funzionale (ottimizzazione dei percorsi, riduzione dei consumi energetici legati alla mobilità, ...) con istanze architettoniche diventando elementi di valorizzazione di luoghi urbani e non, come troppo spesso successo in passato, causa di degrado degli stessi.

In questa sintesi progettuale, in cui da mero elemento di transito l'infrastruttura si con-

▷ Diller Scofidio + Renfro - High Line Park (2009-2015) - New York (USA) -
Fonte: <https://dsrny.com>

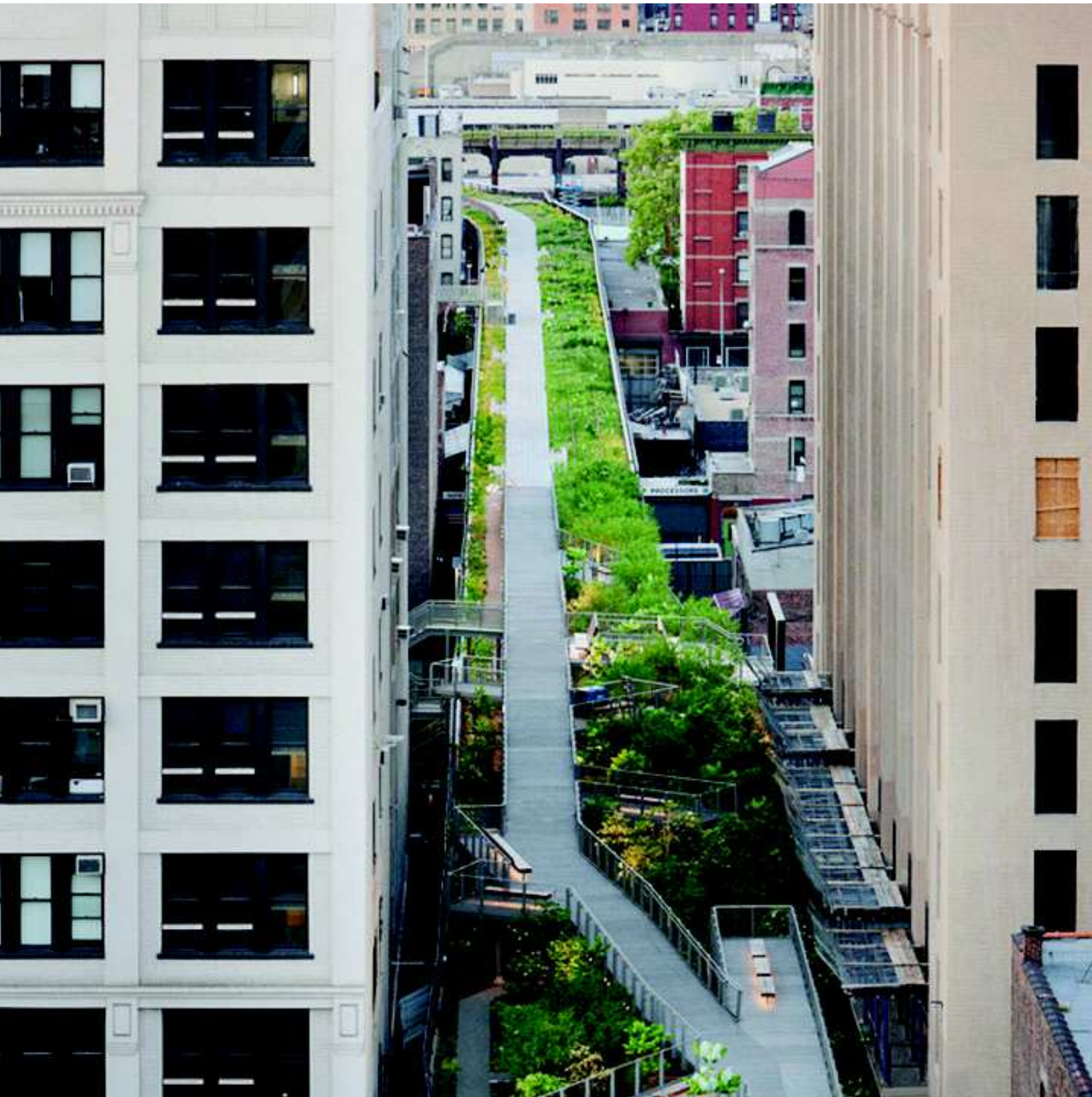
32. Bernstein F., How green are Apple's carbon-sequestering trees really?, The Architects Newspaper 10.07.2017

L'articolo è integralmente consultabile nel sito internet della rivista <https://archpaper.com>

33. Zilio A., l'evoluzione sostenibile delle infrastrutture urbane. Estetiche e multifunzionalità per lo sviluppo delle infrastrutture urbane sostenibili, in Teheran metro stations. Public Space Garden and Water. Progetti per Teheran, a cura di De Cesaris A. Osanloo, Aracne, Canterano, 2017.

Il testo raccoglie i risultati di un Workshop internazionale di progettazione svoltosi a Garmsar dal 14 al 21 Settembre 2016 organizzato dai professori Alessandra De Cesaris, Fiorgio Di Giorgio, Laura Valeria Ferretti, in cui ho svolto, come attività all'interno del dottorato di ricerca, il ruolo di Tutor.





◁ Diller Scofidio + Renfro - High Line Park (2009-2015) - New York (USA) -
Fonte: <https://dsrny.com>

▷ MVRDV - 7107 Seoullo SkyGarden (2017) - Seul (Korea del Sud) -
Fonte: © Ossip van Duivenbode



▷ MVRDV - 7107 Seoullo SkyGarden (2017) - Seul (Korea del Sud) -
Fonte: © Ossip van Duivenbode





◁ MVRDV - 7107 Seoul-
lo SkyGarden (2017) - Seul
(Korea del Sud) -
Fonte: © Ossip van Duivenbo-
de

figura come generatore urbano, si gioca una parte fondamentale della possibilità di sviluppo sostenibile degli aggregati urbani.

La capacità di un sistema di trasporto a più alto tasso di sostenibilità di essere preferito dai fruitori rispetto ad un altro meno sostenibile risiede ormai tanto nella sua appetibilità "architettonica", ovvero nella sua capacità di generare luoghi e quindi esperienze, quanto nella sua efficienza.

Questa tendenza è fotografata, da un certo punto di vista, nell'evoluzione dal concetto di "nonluogo" a quello di "superluogo" teorizzata da Marc Augè.

Al netto della critica alla società dei consumi dell'antropologo francese, il dato che emerge è che "Trasformandosi in superluoghi, i nonluoghi ridiventano almeno in parte spazi di scambio sociale"³⁴. Si possono individuare tre strategie progettuali volte ad attivare queste nuove dinamiche di integrazione tra infrastruttura ed ambiente urbano: infrastruttura come esperienza architettonica, infrastruttura come spazio multifunzionale, infrastruttura come generatore ambientale.

L'utilizzo del verde riveste un ruolo fondamentale nell'implementazione di queste dinamiche.

Esemplare in questo senso è il progetto dell'High Line Park (2009-2015) progettato dallo studio Diller Scofidio + Renfro in collaborazione con il paesaggista James Corner e l'orticoltore Piet Oudolf. Si tratta di un parco urbano lineare, realizzato utilizzando una sezione in disuso della West Side Line. La sezione meridionale dell'infrastruttura ferroviaria sopraelevata, realizzata nei primi anni trenta, parzialmente abbattuta nel 1960 ed abbandonata definitivamente nel 1980, si sviluppa per 2,33 km lungo il lato occidentale dell'isola di Manhattan. L'intervento è stato realizzato in tre fasi: il primo tratto è stato aperto al pubblico nel 2009, il secondo nel 2011, il terzo nel 2015. Il progetto è basato su un nuovo concetto di percezione dello spazio pubblico, l'"agritettura", cioè l'alternanza di aree verdi ed aree edificate in proporzioni variabili. Questo permette di creare un paesaggio flessibile in cui il visitatore può vagare liberamente svolgendo attività singole o in gruppo. Il risultato non è solo la riconfigurazione di un'infrastruttura per una tipologia differente di utenza, da ferroviaria a pedonale, non è solo un parco, non è solo spazio pubblico, è tutte queste cose assieme. L'High Line è utilizzata dagli abitanti del quartie-

34. Cit. Augè M., *Che fine ha fatto il futuro? Dai non luoghi al non Tempo*, Elèuthera, Milano

re come infrastruttura pedonale per muoversi a piedi velocemente ed in sicurezza da un punto all'altro, come parco per passeggiare, leggere un libro chiacchierare o fare jogging, ma anche come luogo dove tenere spettacoli pianificati e non di danza musica e teatro. Al contempo è diventato un punto di riferimento ed un'attrazione per i turisti. Basti pensare che rispetto alla stima di 400.000 visitatori l'anno, definita ottimistica dagli stessi promotori del progetto, il parco ha superato ormai stabilmente i sette milioni di presenze annuali. Il progetto evidenzia come il ruolo del verde sia fondamentale nella creazione e nell'appetibilità della multidimensionalità.

Oltre che da motore di rigenerazione urbana l'intervento ha avuto ricadute economiche molto importanti. Nel solo 2009 nell'area immediatamente prossima all'infrastruttura sono stati attivati 30 progetti e l'attività non si è fermata, basti pensare che nel 2016 sono stati censiti almeno 11 nuovi progetti nella stessa area.

Secondo gli analisti l'investimento iniziale nel progetto da parte della città, pari a 115 milioni di dollari, ha generato oltre 5 miliardi di dollari in progetti di sviluppo urbano nelle aree limitrofe.

Un approccio concettuale simile è stato applicato da MVRDV per il Seoul 7107 SkyGarden (2017).

Il progetto prevede la riconversione da arteria per il traffico automobilistico a percorso ciclopedonale e parco lineare di un viadotto degli anni '70 in disuso. Il risultato è ottenuto attraverso la sovrapposizione di una matrice di flora autoctona all'infrastruttura originale. Una serie di padiglioni contenenti funzioni come caffè, negozi, aree per mostre, giochi per bambini, un teatro e un centro informazioni, hanno lo scopo di integrare l'originaria funzione connettiva dell'infrastruttura. La connessione con il tessuto urbano esistente della nuova infrastruttura è garantita da numerosi punti di accesso che garantiscono la fruibilità del manufatto. 7107 SkyGarden ospita la più grande varietà di specie coreane in un parco pubblico, riunendo 52 famiglie di piante tra cui alberi, arbusti e fiori esposti in 645 vasi d'albero, raccogliendo intorno 160 specie e sottospecie. In totale, il parco ospita 24.000 piante tra alberi, arbusti e fiori.

4.4.2 Nuovo Esistente

La distinzione più comune in architettura è quella tra nuova edificazione ed interventi sull'esistente. Questi ultimi, a loro volta, sono caratterizzati da un ventaglio estremamente ampio di tipologie legate al grado di trasformazione cui gli organismi edilizi possono essere sottoposti. Contrariamente a quanto si potrebbe pensare si tratta di un distinguo che ha assunto predominanza nel dibattito architettonico solo negli ultimi cinquanta - sessanta anni. In precedenza non era così.

Una delle tendenze più significative introdotte recentemente a seguito dalle istanze ambientali nell'ambito della pianificazione territoriale riguarda il tema del contenimento del consumo di suolo.

Questo atteggiamento, nato per limitare il processo di impermeabilizzazione del territorio e le ricadute ecosistemiche ad essa connesse, ha l'obiettivo di contrastare gli effetti dello sprawl urbano e di disaccoppiare lo sviluppo urbano dal consumo della risorsa suolo.

Va sottolineato che "consumo netto di suolo zero" non significa congelare l'infrastruttura urbana impedendo in assoluto di occupare nuovo territorio. La possibilità di occupare spazi liberi è però subordinata al fatto che questa avvenga a saldo zero, cioè ripristinando ad usi agricoli o seminaturali aree di pari superficie in precedenza urbanizzate e impermeabilizzate. Risulta evidente che si tratta di un concetto che implica rigenerazione urbana, recupero e riuso delle aree dismesse oltre che la trasformazione del tessuto edilizio esistente.

La conseguenza più interessante di questo approccio riguarda la necessità di ritornare a ragionare in termini di stratificazione.

La tendenza, sopra descritta, che per limitare le spinte espansive delle aree urbane prevede la manipolazione e la trasformazione dei tessuti urbani esistenti, si scontra con il concetto di tutela che tende alla cristallizzazione dello status quo.

La divisione tra il settore della tutela e quello della nuova progettazione è stata caratterizzata da una netta divisione in zone. Inizialmente la tutela ha investito il territorio del centro storico, la progettazione le aree periferiche e di espansione.

Questo ha comportato criticità per entrambi gli ambiti. Da un lato il venir meno dello spirito di emulazione e la capacità di adeguamento degli schemi astratti alle complessità ed alle necessità del sito connessi alla pratica del sostituire ha impoverito in modo significativo l'ambito della nuova progettazione. Dall'altro si è assistito ad una tendenza all'applicazione indiscriminata delle categorie d'opera proprie del restauro dei monumenti a qualsiasi tipo di manufatto architettonico sulla sola base della sua collocazione o vetustà perdendo spesso di vista gli aspetti funzionali e qualitativi del progetto.

Ciò ha comportato interventi spesso finalizzati al solo recupero esteriore senza un reale adeguamento alle necessità della contemporaneità generando, in molti centri storici, l'abbandono o il degrado di una parte significativa del tessuto edilizio.

Lo spostamento dei perimetri di influenza, connesso ai fenomeni di espansione delle aree urbane, sta inoltre portando al paradosso di applicare le tematiche proprie del settore della tutela anche a manufatti di edificazione relativamente recente che presentano le carenze progettuali generate proprio dalla divisione tra nuova progettazione e tutela. In realtà la manipolazione, la trasformazione, la sostituzione sono alla base dell'evoluzione storica non solo dell'architettura ma più in generale del concetto stesso di città. Le città storiche, fino al '900, si sono modificate riutilizzando i manufatti preesistenti. Il palazzo di Diocleziano è diventato la griglia ordinatrice della città di Spalato, lo skyline di Parigi con i suoi caratteristici tetti, candidati a diventare patrimonio Unesco, è in gran parte generato dalla sopraelevazione ottocentesca di edifici preesistenti connessa alla crescente necessità di alloggi.

Non esiste palazzo storico che non abbia subito modifiche più o meno profonde rispetto all'impianto originario. Si pensi ad esempio al duomo di Siracusa (un tempo Attheon).

“Prendete un tempio greco, incorporatelo per intero in un edificio cristiano, al quale aggiungete successivamente una facciata normanna che viene abbattuta dal grande terremoto del 1963. Senza scoraggiarvi vi rimettete all'opera e, cambiando completamente direzione, sostituite la vecchia facciata con una deliziosa composizione barocca all'incirca del 1728. E il tutto deteriorato com'è, continua a vivere e a sorridere, diffondendo nel mondo la sua immagine come se fosse stato ideato da un Leonardo o da un

Michelangelo”³⁵. Incidentalmente otterrete anche un edificio appartenente al patrimonio mondiale dell'Unesco.

Pensare che la sostenibilità possa essere perseguita attraverso la cristallizzazione dello status quo significa non aver compreso la dimensione dinamica del concetto. Dimensione dinamica che nella sua declinazione architettonica è indissolubilmente connessa al concetto di stratificazione. Essa infatti “non solo ha a che fare con il passare del tempo e con l'accumularsi di storia/ e specifica/ e di un luogo, ma ne prevede una rielaborazione, una reinterpretazione progettuale, una dinamica in cui determinante nel processo è l'opera dell'uomo nel trasformare/rielaborare un luogo preciso, uno spazio”³⁶.

Esiste una tensione tra presente, passato e futuro, tra idea progettuale di fondo ed i nuovi paradigmi introdotti dal trascorrere del tempo che deve essere colta e non può essere ignorata.

Questo non significa escludere o sottovalutare le istanze relative al valore storico artistico dell'architettura, che rappresenta un valore irrinunciabile, ma evitare di estenderle in modo generalizzato anche nelle fattispecie dove la loro applicazione non è necessaria. Dietro a questo atteggiamento di mantenimento a prescindere dello status quo, si cela il timore di mostrare un proprio approccio culturale nei confronti dei contesti storici riflesso di un “generalizzato pessimismo culturale nel quale sono piombate le società occidentali”³⁷.

Pessimismo culturale incompatibile con le istanze trasformative che il paradigma della sostenibilità richiede in tutti i campi.

Voler trasformare in edifici ad alta efficienza energetica capolavori dell'architettura come Palazzo Pitti, Castel San Pietro o il Castello Sforzesco, sarebbe un'operazione la cui inutilità sarebbe seconda alla sua stupidità. D'altro canto altrettanto insensato è non intervenire in modo anche profondo su quelle porzioni di tessuto urbano e di patrimonio edilizio, di basso o nullo valore e di scadente qualità non solo dal punto di vista energetico e strutturale ma anche funzionale ed estetico, adeguandole alle esigenze della contemporaneità.

Dal punto di vista ambientale, al netto del pregio storico artistico e culturale, l'aspetto fondamentale da tenere in considerazione quando si affronta la scelta tra recupero o so-

35. Cit. Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura*, LetteraVentidue, Palermo, 2014, p. 281 e p. 278.

36. Cit. Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura*, LetteraVentidue, Palermo, 2014, p. 281 e p. 278.

37. Cit. Bovati M., *Il Clima come fondamento del progetto*, Christian Marinotti Edizioni, Milano, 2017, p. 95.

stituzione del patrimonio edilizio esistente riguarda, oltre ai costi ambientali connessi al recupero o smaltimento dei materiali, il bilancio energetico complessivo, comprensivo cioè di tutte le fasi di vita dell'edificio.

Come si è già avuto modo di sottolineare affrontando il tema del rapporto tra minimo ed energia e tra minimo e materia, la fase di esercizio, nell'edilizia tradizionale, è quella largamente dominante per quanto concerne i consumi energetici. Negli edifici ad alta efficienza energetica il peso della fase di costruzione e di quella di esercizio si avvicinano. Sebbene in linea teorica la possibilità di recuperare una struttura esistente dal punto ambientale sia sempre auspicabile in quanto questo consente di recuperare l'energia grigia imprigionata nell'immobile questo eventuale vantaggio va rapportato alla prestazione che si riesce ad ottenere dall'edificio in fase di esercizio.

Il problema della riqualificazione energetica degli edifici esistenti è molto più complesso di quello connesso alla progettazione di nuovi edifici ad alta efficienza energetica. Il processo presenta infatti delle specificità che incidono sia sulle alternative progettuali sia sulle tecniche di intervento adottabili caso per caso che vanno a sommarsi al già elevato numero di variabili e grado di complessità che caratterizza il progetto di recupero. Il risultato è che, nella maggior parte dei casi, i livelli prestazionali raggiungibili in questo tipo di interventi sono distanti da quelli raggiungibili nei nuovi edifici. Non è un caso che, non solo la normativa, ma anche tutti i maggiori enti di certificazione energetica come Passivhaus, CasaClima, Leed, abbiano introdotto dei protocolli specifici per l'intervento sull'esistente. All'atto pratico la possibilità di ottenere prestazioni in linea con quelle raggiungibile nelle nuove costruzioni è molto ridotta ed implica costi decisamente più elevati.

Esistono diverse tipologie di interventi che sottendono differenti gradi di sostenibilità e differenti livelli prestazionali:

- inserimento di nuovi edifici il cui grado di efficienza è tale non solo da essere edifici ad energia zero ma di produrre energia in eccedenza utilizzabile per soddisfare parte dei fabbisogni di edifici esistenti. (Si veda ad esempio B10 di Werner Sobek)
- Sostituzione di edifici esistenti con nuovi organismi edilizi connotati da alte prestazioni

▷ Marvel Architects - St. Ann's Warehouse (2016)
- New York (USA) - Leed Gold

Fonte: ©David Sundberg





◁ Marvel Architects - St.
Ann's Warehouse (2016)
- New York (USA) - Leed
Gold
Fonte: ©David Sundberg

▷ Renzo Piano RPBW - Le
Albere (2013) MuSe - Tren-
to (Italia) - Leed Gold -
Fonte: www.rpbw.com

▽ Renzo Piano RPBW - Le
Albere (2013) MuSe - Tren-
to (Italia) - Leed Gold -
Fonte: www.rpbw.com





◁ Renzo Piano RPBW - Le Albere (2013) Edifici a destinazione mista - Trento (Italia) - Casaclima B -
Fonte: www.rpbw.com

dal punto di vista energetico.

- Addizione di nuove parti ad edifici esistenti con prestazioni elevate che permettono di migliorare globalmente il comportamento energetico dell'edificio.
- Interventi su edifici esistenti, di vario livello, che coinvolgono l'intero sistema edificio impianto o parte di esso finalizzato all'aumento delle prestazioni.
- Restauro di edifici esistenti con l'implementazione ove e se compatibili con le valenze storico artistiche che lo connotano, di interventi migliorativi mirati su singoli elementi.

Nessuna strategia di intervento è preferibile a priori rispetto ad un'altra, ma dipende dalle specificità dei singoli interventi e da un bilancio frutto di attente analisi qualitative e quantitative che le differenti possibilità implicano.

Questo aspetto e le differenti ricadute che esso implica può essere evidenziato analizzando due interventi su edifici industriali dismessi. La nuova sede permanente della compagnia teatrale St. Ann a New York di Marvel Architects e il recupero dell'area "Ex Michelin" a Trento di Renzo Piano.

Il progetto per la nuova St. Ann's Warehouse (2016) prevede il recupero di una struttura industriale dismessa, risalente alla guerra civile, ubicata nell'area di Brooklyn, per trasformarla nella sede permanente della compagnia teatrale St. Ann's. La struttura risalente al 1860, un tempo utilizzata come deposito di tabacco, ha vissuto un lungo periodo di abbandono e si presentava ormai quasi come una rovina. Per la sua importanza storica comunque la struttura era inclusa nel registro nazionale dei luoghi storici americano. Se gli elementi più deboli come il tetto realizzato originariamente con una struttura lignea erano collassati, la struttura perimetrale in laterizio alta più di 7 m. con le tipiche finestre ad arco si presentava ancora integra. Il progetto dell'architetto newyorkese Jonathan Marvel prevede la realizzazione di un teatro da 700 posti, una sala cinema flessibile per la proiezione di anteprime, uffici, spazi ausiliari e cortile centrale interno realizzato dal paesaggista Michael Van Valkenburgh.

Il problema principale da risolvere in questo tipo di interventi è rappresentato dal conciliare istanze funzionali e di efficienza energetica con la salvaguardia degli elementi storici e architettonicamente significativi.

La strategia progettuale adottata ha previsto la creazione di un edificio all'interno dell'edificio: una struttura in acciaio, vetro e compensato fatta in modo da conservare le mura storiche. La copertura, elevata rispetto alla quota originale, è stata arretrata rispetto al telaio originale, generando una superficie vetrata che percorre tutti i lati dell'edificio. Questo ha permesso di generare, a livello formale, una sorta di linea di demarcazione tra l'elemento storico e l'addizione contemporanea utilizzata, a livello funzionale l'elemento per fornire luce naturale allo spazio interno.

L'edificio, certificato Leed Gold, presenta un insieme di soluzioni volte a garantire elevati standard di sostenibilità. L'aspetto più interessante del progetto riguarda l'interazione tra l'implementazione di queste soluzioni e le istanze proprie del recupero.

Se le parti di nuova realizzazione come la copertura e le componenti vetrate sono state realizzate consistenti ad alta efficienza energetica ma di tipologia convenzionale, il mantenimento dell'integrità visiva dell'involucro in mattoni ha comportato il ricorso a soluzioni specifiche. Esso ha reso necessario l'implementazione di un sistema a tubi alettati per fornire un riscaldamento radiante al perimetro della hall, del teatro e della sala comune, in grado di migliorare le condizioni dell'ambiente interno e le prestazioni energetiche, lavorando in parallelo ad un l'impianto di ventilazione meccanica con recuperatore di calore.

Si tratta di una strategia tipica degli interventi di recupero per cui le carenze prestazionali, dal punto di vista energetico, dovute alla necessità di conservare delle parti originali vengono compensate aumentando in modo significativo il livello di prestazione degli elementi di nuova realizzazione ed attraverso l'impiego di soluzioni impiantistiche ad alte prestazioni.

Un altro aspetto significativo della progettazione, introdotto dalla specificità del sito, ha riguardato la possibilità di ridurre al minimo l'impatto di eventuali alluvioni potenziali garantendo allo stesso tempo che lo spazio del teatro rimanesse altamente flessibile.

Ciò è stato ottenuto posizionando le principali apparecchiature elettriche e meccaniche ai livelli del mezzanino e del tetto dell'edificio, lasciando solo impianti idraulici e utilities essenziali a livello del suolo. Questo, combinato con dettagli come la garanzia che i punti elettrici al piano terra si trovino più in alto rispetto al solito, riduce il tempo e i costi

necessari per riportare l'edificio in funzione dopo un'alluvione.

Il risultato ottenuto con questo progetto conferma la validità del principio di Peter Buchanan "long life, loose fit": cioè l'intrinseca capacità di strutture con determinate caratteristiche costruttive connotate da un elevato grado di solidità, come il muro in laterizio pieno, e da una concezione spaziale che presenta un certo grado di indeterminazione, di poter allungare il loro tempo di vita adattandosi a trasformazioni e rifunionalizzazioni anche molto profonde.

Una strategia di recupero completamente differente, complici le finalità del progetto, lo stato di conservazione e la qualità dei manufatti esistenti le criticità derivanti dall'inquinamento del sito, è quella utilizzata da Renzo Piano Per l'area "ex Michelin" di Trento. Il quartiere "le Albere" (2013) nasce dall'esigenza di restituire alla città un vasto brown-field post-industriale di circa 116.000 mq. collocato in una zona centrale del tessuto urbano ma storicamente separato dal centro città dalla ferrovia.

L'idea di fondo è quella di riconnettere quest'area alla città, per fare ciò l'architetto ricorre all'azione sinergica di più elementi. Una gerarchia del design, basata su una stratificazione funzionale e su scelte dimensionali degli edifici che ricalcano quella dell'esistente tessuto del centro città. Il rafforzamento della vocazione culturale del luogo attraverso la creazione di un nuovo polo museale che affianca il museo di arte moderna e contemporanea ospitato dall'esistente Palazzo delle Albere (di origine rinascimentale). La creazione di un vasto parco urbano che connette il sito al fiume.

I diversi aspetti legati alla sostenibilità hanno guidato tutte le scelte progettuali. La scelta dell'impiego del legno come materiale principale è coerente oltre che con le istanze ecologiche con il sito sia in termini climatici, che di tradizione e produzione. L'efficienza energetica, coerentemente con un territorio culturalmente attento a questa tematica, è stata ottenuta attraverso la commistione di soluzioni passive ed attive. Particolarmente interessante il livello di integrazione architettonica sia delle soluzioni passive che attive. Le schermature lignee della facciata dei blocchi a corte caratterizzano l'estetica del progetto quanto le quinte inclinate che sovrastano le coperture funzionali, al posizionamento ottimale dei sistemi per la produzione di energia rinnovabile. Entrambe oltre ad istanze funzionali hanno il ruolo di conferire leggerezza agli edifici. Il museo non sfrutta

solo le potenzialità di termoregolazione garantita dal ricorso ad una soluzione ipogea ma ne fa un elemento caratterizzante dal punto di vista spaziale attraverso il grande vuoto che permette al visitatore, dall'ingresso, di percepire la reale estensione sotterranea del complesso.

Le palazzine a corte con funzione mista residenziale, commerciale e direzionale hanno ottenuto la certificazione Casaclima B e sono state premiate con il Casaclima Award, il MuSe ha ottenuto la certificazione Leed Gold.

4.4.3 Centro Culturale Stavros Niarchos

Uno progetto che meglio interpreta le istanze ambientali legate al paradigma della sostenibilità, sia nel rapporto naturale - culturale che in quello tra nuovo ed esistente è sicuramente quello realizzato da Renzo Piano per il Centro Culturale Stavros Niarchos (2016).

Finalizzato ad ospitare la Biblioteca Nazionale di Grecia e l'Opera nazionale Greca oltre a un grande parco, il progetto, è ubicato a Kallithea, uno dei principali porti marittimi di Atene, collocato 4 km a sud del centro della capitale greca. Esso prevede il recupero di un'area in precedenza occupata da un parcheggio realizzato in occasione dei giochi olimpici del 2004 e poi abbandonata.

Un vuoto urbano che, sebbene molto vicino al mare, era separato dallo stesso da una importante arteria viaria che impediva anche la semplice connessione visiva.

Il progetto non è basato sugli edifici, ma sul ripristino dei collegamenti tra il sito, il mare e la città. Un unico blocco contiene sia l'opera che la biblioteca, collocate in due ali distinte e connesse da uno spazio pubblico denominato Agorà è collocato sul fronte sud dell'area.

Questo non è altro che l'elemento terminale di un parco in pendenza che diventa copertura del centro culturale.

Al termine del parco è collocata una copertura leggera di oltre 10.000 mq. che, oltre a fungere da belvedere, garantendo un punto di osservazione ombreggiato sul mare

▷ Renzo Piano RPBW -
Centro Culturale Stavros
Niarchos (2016) - Atene
(Grecia) - Leed Platinum
Fonte: www.rpbw.com

▷ Renzo Piano RPBW -
Centro Culturale Stavros
Niarchos (2016) - Atene
(Grecia) - Leed Platinum
Fonte: www.rpbw.com









◁ Renzo Piano RPBW -
Centro Culturale Stavros
Niarchos (2016) - Atene
(Grecia) - Leed Platinum
Fonte: www.rpbw.com

e sulla città, ospita l'impianto fotovoltaico che alimenta la struttura. Si tratta di un elemento che conferisce una dimensione iconica al progetto, richiama l'archetipo culturale del tempio greco che domina il promontorio, coniuga istanze spaziali, funzionali ed energetiche.

Allo stesso modo la copertura ricorre all'utilizzo del verde, non solo per rispondere ad istanze energetiche di termoregolazione e estetiche, ma coniugando queste funzioni con quella di parco urbano e di percorso verso il belvedere, assume un connotato multidimensionale. È al contempo elemento dell'edificio e del parco, struttura ed infrastruttura.

Se il collegamento visivo con l'acqua è garantito dal belvedere quello fisico è affidato al canale realizzato lungo il percorso pedonale sull'asse nord-sud.

Si tratta di un progetto di grandi dimensioni, l'opera è composta da due auditori uno da 1400 posti ed uno da 450 che assieme agli spazi di distribuzione, accessori e di servizio occuperà una superficie di 33.000 mq. mentre la biblioteca, destinata ad ospitare 1.000.000 di volumi avrà una superficie calpestabile di 24.000 mq..

Questo, se da un lato introduce la necessità di ricorrere a soluzioni ingegneristiche ardite come il ricorso alla tecnica del ferrocemento per la realizzazione della pensilina, non ha fatto passare in secondo piano gli aspetti legati alla sostenibilità del progetto. L'attenzione sulla scelta di materiali locali, l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche, i sistemi di gestione e recupero dell'acqua e le scelte di rapporto con il sito hanno permesso alla struttura di ottenere la certificazione Leed Platinum.

4.5 Minimo e Tecnologia.

La storia dell'architettura, come più in generale quella umana, è caratterizzata da repentine trasformazioni connesse ad improvvisi balzi tecnologici. Sebbene ogni grande innovazione sia stata accompagnata, in modo più o meno significativo, da dibattiti e resistenze è solo a partire dagli anni settanta che l'ambito tecnologico ha assunto un aspetto così apertamente centrale e divisivo.

In questo, un ruolo rilevante ha sicuramente avuto il modello di sviluppo novecentesco basato sulle tecnologie legate ai combustibili fossili che, se da un lato ha permesso, grazie alla presenza di energia in grandi quantità e a basso costo, un avanzamento in tutti i campi mai visto prima nella storia dell'umanità, dall'altro presenta ora il conto in chiave ambientale, sociale ed economica.

Le diverse posizioni che questa crisi ha generato sono legate sostanzialmente alla possibilità di risolvere i problemi legati all'ecologia prima e ad un più ampio concetto di sostenibilità poi, ricorrendo o no all'utilizzo di apparati tecnologici e, qualora si ritenga appropriato farlo, in quale misura. La questione si basa su due elementi chiave: il pregiudizio secondo il quale tecnologia e natura siano entità contrapposte e la definizione di cosa sia o meno tecnologico.

La nostra nozione di tecnologia è molto parziale. Come osserva il designer e filosofo olandese Koert Van Mensvoort esiste una convinzione diffusa che associa l'idea di tecnologia solo a ciò che è stato inventato dopo la nostra nascita o addirittura a qualcosa ancora in fase prototipale dimenticando, al contrario, che anche scrittura, strada, soldi sono esempi di tecnologia. In realtà da sempre ciò che è considerato tecnologico in un dato momento storico è destinato a diventare naturale per le generazioni future. Il concetto è ben sintetizzato da Norman Foster quando afferma che "La tecnologia non è una novità, ci circonda da quando esistiamo come specie ... essere usciti dalle caverne, aver costruito una dimora è una conquista tecnologica che deve ancora essere superata"³⁸. Analizzare la questione da questo punto di vista rende privo di sostanziale rilevanza il dibattito tra sostenitori della tecnologia e suoi detrattori come d'altronde quello attorno ai concetti di low - tech e high - tech.

Il salto qualitativo più significativo che discende dal passaggio da una accezione restrittiva ad una inclusiva del concetto di tecnologia riguarda la trasformazione nel modo di percepire il rapporto tra biosfera e tecnosfera che passa da una visione di contrapposizione ad una di sinergia ed interdipendenza.

Come afferma Van Mensvoort nel libro "Next Nature: Nature Changes Along With Us" contrariamente al senso comune che tende a percepire come naturale il nodo di un uccello mentre viene considerata tecnologia il tetto di un edificio, in realtà poiché

38. Cit. Lopez Amando N. Carlos C., *Quanto pesa il suo edificio Mr Foster?*, Milano, La Feltrinelli, 2013.

l'uomo fa parte della natura e pertanto esiste un rapporto di co-evoluzione tra uomo, natura e tecnologia, il fatto di avere per molto tempo considerato i due campi separati e contrapposti ha portato a considerare la tecnologia controllabile e la natura imprevedibile e di conseguenza ad estraniarci da essa. Questo ha fatto sì "che le nostre città, i nostri sistemi energetici e tecnologici e persino il cibo che mangiamo siano, oggi, incredibilmente insostenibili. Solo accettando la totale co-esistenza tra tecnologia e biologia, si può davvero progredire"³⁹.

Il rapporto tra architettura sostenibile e tecnologia in relazione al concetto di minimalismo ecologico non si declina, come si potrebbe superficialmente pensare, adottando una insensata posizione antitecnologica, ma nell'esatto contrario. Il minimo è tecnologico. La questione centrale riguarda come una tecnologia viene applicata, la sua efficacia e le conseguenze del suo impiego sia nel breve che nel lungo periodo nei diversi ambiti ambientale, sociale ed economico. Si tratta in definitiva di una questione di funzionalità ed appropriatezza. Questo comporta delle dirette ricadute sull'approccio stesso all'idea di progetto in quanto è evidente che l'ambito tecnologico non si limita alla sola fase costruttiva e di esercizio dell'edificio, alle potenzialità dei materiali e delle tecniche costruttive, alla dotazione impiantistica, ma, con l'avvento dell'information technology, riguarda in larga misura anche la fase ideativa e progettuale. Il tema è stato al centro di un interessante corso, tenuto dai professori Kengo Kuma e Yusuke Obuchi, che l'università di Tokyo ha sviluppato attraverso la sua piattaforma digitale "UTokyoX learning community" intitolato "Four Facets of Contemporary Japanese Architecture: Technology". Il punto di vista nipponico è particolarmente significativo perché la società giapponese è quella in cui, più che in ogni altra, coesistono la tecnologia più avanzata e tradizioni millenarie. La tesi sostenuta da Kuma è che a partire dagli anni settanta si sia passati, in ambito architettonico, da una condizione di coesistenza armoniosa tra uomo e tecnologia ad una trasformazione della tecnologia in "gioco". L'essenza del gioco sta nella definizione delle regole; regole che gli architetti hanno fissato in modo autoreferenziale senza che queste avessero più alcuna relazione con la società e l'ambiente. Le possibilità offerte dall'informatizzazione hanno esasperato questa tendenza.

Uno dei pochissimi autori giapponesi cui viene riconosciuto di non aver seguito questa

39. Van Mensvoort K. Grievink H., Next Nature - Nature changes along with us, Actar Publishers, Barcellona, 2011.

deriva autoreferenziale è Kazuhiko Namba la cui idea di architettura è basata su tre aspetti: convenienza, razionalità ed efficienza. Un approccio è evidente nelle "BOXHOUSE", abitazioni inserite nel tipico tessuto urbano dei sobborghi delle città giapponesi, di cui sono stati realizzati 158 esempi tra il 1995 ed il 2017. I concetti alla base di questa produzione architettonica sono sintetizzati dallo stesso autore in otto punti tra cui: casa minima, natura in città, standardizzazione del metodo di costruzione, materiali sostenibili, massimizzazione delle prestazioni in relazione ai costi. Non a caso tutti temi centrali in questa ricerca sul rapporto tra minimo e sostenibilità.

Per capire cosa si intende affermando che il minimo è tecnologico è utile indagare il rapporto tra architettura e sostenibilità in relazione a due ambiti: il primo è legato alla dimensione dell'edificio, riguarda la ricerca della prestazione del singolo organismo edilizio e si articola nel rapporto tra attivo e passivo; il secondo riguarda una dimensione più ampia afferente al concetto di rete o di sistema, ha a che fare con l'interazione dell'ambiente fisico e digitale e si articola nel rapporto tra statico e dinamico. Se si fa riferimento alle accezioni di minimo del capitolo due risulta chiaro che il primo ambito riguarda le strategie legate ai processi di riduzione di significato, il secondo quelle tipiche della struttura.

4.5.1 Attivo Passivo

Il problema dell'efficienza energetica degli edifici è un problema di prestazione. Esso è legato al fabbisogno energetico che serve ad un organismo edilizio nella sua fase di esercizio e comprende, in linea generale, gli aspetti legati al comfort termico (climatizzazione invernale ed estiva), a quello igrometrico e di qualità dell'aria (ventilazione e livello di umidità), alla produzione di acqua calda sanitaria, all'illuminazione e al trasporto delle persone. Livelli desiderati di comfort possono essere ottenuti attraverso soluzioni passive o soluzioni attive.

Si definiscono passivi quegli approcci progettuali e quei sistemi che mirano al raggiungimento delle condizioni termoigrometriche interne desiderate sfruttando le risorse

locali microclimatiche e ambientali senza far ricorso ad apparati di tipo impiantistico. Al contrario si definiscono attivi quei sistemi e quegli approcci progettuali che per lo stesso scopo sfruttano apparati impiantistici.

Esiste la convinzione diffusa, anche tra i progettisti, che ritiene che l'edilizia "tradizionale" avesse sviluppato una serie di soluzioni che permettevano adeguate condizioni di comfort senza l'ausilio di sistemi attivi. Si tratta di una convinzione errata derivante da due fraintendimenti di fondo. In primo luogo da sempre, quindi anche prima dell'avvento delle tecnologie legate ai combustibili fossili, gli edifici hanno avuto un apparato impiantistico. Si trattava di un sistema molto primitivo e dal rendimento estremamente scadente alimentato da una fonte energetica primaria rinnovabile: il focolare a legna. È indubbio che storicamente l'indisponibilità di soluzioni più efficaci e di fonti energetiche disponibili in grandi quantità e a "basso costo" abbia indotto a cercare di limitare i fabbisogni per la climatizzazione degli edifici ricorrendo a soluzioni progettuali volte a sfruttare le componenti climatiche locali impiegate fino a che la scoperta dei combustibili fossili e l'affermarsi della tecnologia legata al loro sfruttamento le ha fatte apparire superflue tanto da portare al loro progressivo abbandono. È altrettanto vero che ora, di fronte agli effetti collaterali generati da questo modello energetico, quelle soluzioni sono tornate ad essere interessanti.

Si tratta di un passaggio ben sintetizzato da Norman Foster quando afferma che "la tecnologia evolve seguendo un movimento analogo a quello del pendolo Nei luoghi caldi del pianeta, collocati al di fuori della fascia climatica temperata, è stata creata una architettura fatta di ombre, colonnati e cortili: anche questa è una acquisizione tecnologica. Ad un certo punto della storia disponevamo di energia a basso costo, di climatizzazione e refrigerazione. Oscillando, il pendolo della tecnologia genera una sorta di soluzione universale che sembra rendere vani questi antichi accorgimenti, dal momento che possiamo ottenere gli stessi risultati con una superficie di pareti a grata e pompando aria fredda. Ma ora il pendolo si sposta verso una posizione mediana, prevale il buon senso e si ridefiniscono le priorità"⁴⁰.

È tuttavia fondamentale osservare che nessun esempio di architettura tradizionale presenta condizioni interne costanti in tutto l'arco dell'anno paragonabili a quelle minime

40. Cit. Lopez Amando N. Carlos C., *Quanto pesa il suo edificio Mr Foster?*, Milano, La Feltrinelli, 2013.

a cui gli abitanti dei paesi avanzati sono abituati e percepiscono come condizioni di comfort, né tantomeno si avvicinano alle caratteristiche proprie di edifici ad alta efficienza energetica.

Risulta evidente che un approccio che pensi di risolvere i problemi dell'efficienza energetica limitandosi a copiare le soluzioni dell'architettura tradizionale è assolutamente inefficace. Come afferma Georg Wolfgang Reinberg, uno dei pionieri dell'architettura sostenibile "possiamo certamente imparare dall'architettura tradizionale, non possiamo però copiarla: gli obiettivi e le finalità della contemporaneità sono infatti troppo diversi da quelli del passato"⁴¹.

D'altro canto altrettanto inefficace si è dimostrato anche l'approccio basato su sistemi attivi alimentati da fonti energetiche rinnovabili. Il termine inglese *eco-bling* è stato coniato dall'ingegnere Doug King per descrivere sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili applicati su edifici mal progettati. Il problema è evidenziato da un rapporto della Royal Academy of Engineering del Regno Unito del 2010 che dimostra come siano inefficaci interventi di retrofit che consistano nell'installazione di dispositivi tecnologici per la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili su edifici esistenti. La stessa cosa naturalmente vale per un nuovo edificio con un involucro scadente e con una cospicua dotazione di sistemi per la produzione di energie da fonti rinnovabili. Il concetto si rifa involontariamente ad una tendenza, comune anche a molti progettisti, che associa all'idea di tecnologia i sistemi attivi e non quelli passivi.

Il considerare i sistemi passivi sistemi non tecnologici o a basso contenuto tecnologico ha generato un grande fraintendimento ed è alla base dei numerosi insuccessi che hanno contraddistinto l'approccio progettuale essenzialmente legato ad essi. Il fatto che non siano alimentati da fonti energetiche modulabili in modo continuo e costante, ma che sfruttino processi fisici legati a fenomeni naturali come variazioni di temperatura legate al clima o al ciclo giorno notte, la captazione solare, lo sfruttamento dei venti dominanti o dei meccanismi di microventilazione, per loro stessa natura incostanti e variabili, fa sì che per la corretta valutazione della loro efficacia sia necessaria una progettazione dinamica molto più raffinata e complessa dei sistemi attivi. La progettazione di queste soluzioni è particolarmente difficile perché alla difficoltà di simulare correttamente

41. Cit. Bovati M., *Il Clima come fondamento del progetto*, Christian Marinotti Edizioni, Milano, 2017, p. 92.

i fenomeni fisici alla base del loro funzionamento si somma la necessità di avere dati climatici statistici specifici per il sito oggetto di intervento ed estremamente accurati.

Un'impostazione che, al contrario, considera sia i sistemi passivi che quelli attivi come sistemi tecnologici permette di adottare una definizione più estesa del concetto di eco-bling che comprende al suo interno tutti i sistemi e le strategie che sono potenzialmente efficienti e sostenibili dal punto di vista energetico, ma che nel caso specifico in cui vengono impiegati sono inefficaci o comunque meno efficaci di sistemi e tecnologie più semplici. Le torri del vento ad esempio sono sistemi di raffrescamento passivo efficaci nei climi mediorientali, ma assolutamente inutili in climi temperati. Risulta evidente che l'applicazione di questo tipo di soluzioni in ambiti, come ad esempio, quelli italiani si rivela assolutamente inefficace se non controproducente per il comportamento energetico dell'edificio. Le schermature solari orizzontali sono sistemi passivi che se correttamente dimensionati ed esposti a sud hanno un'elevata efficacia, se utilizzati con esposizione est o ovest risultano assolutamente inutili. L'approccio progettuale del minimalismo ecologico consiste nel valutare sia i sistemi passivi che quelli attivi in relazione alla loro specifica efficacia evitando gli eco-bling e preferendo, a parità di prestazione, in sistema più semplice ed economico.

La metodologia corretta si basa concettualmente sulla coesistenza di soluzioni attive e passive attraverso un iter che prevede in prima istanza l'ottimizzazione dell'involucro edilizio volto alla minimizzazione dei fabbisogni energetici dell'edificio, seguito dalla progettazione di una dotazione impiantistica efficiente e calibrata sui fabbisogni effettivamente richiesti dall'involucro ed infine la ricerca di copertura dei fabbisogni attraverso fonti energetiche rinnovabili. L'ottimizzazione dell'involucro è essenziale sia dal punto di vista del contenimento dei fabbisogni dell'edificio sia in relazione ai livelli di comfort perché consente di utilizzare in modo efficiente sistemi a bassa temperatura. Si tratta di un approccio metodologico fatto proprio dai maggiori protocolli di valutazione dell'efficienza energetica attualmente esistenti come il Passivhaus e il CasaClima.

Un esempio comune di questo approccio progettuale basato sulla coesistenza e sul bilanciamento di sistemi attivi e passivi è legato all'impiego di impianti di ventilazione meccanica controllata. Le basi del bilancio energetico di un edificio sono sintetizzate

nella pagina a fianco. Ad esso concorrono quattro elementi le perdite per ventilazione perdite per trasmissione, guadagni solari e apporti interni.

Mentre nell'edilizia convenzionale il valore delle perdite per trasmissione è esponenzialmente più elevato di quello per le perdite per ventilazione, in un edificio ad alta efficienza energetica grazie alla coibentazione dell'involucro si ha una situazione per cui le due arrivano ad essere quasi equivalenti. Questo fa sì, che mentre nel primo caso le perdite per ventilazione rivestono un'importanza marginale, sono assolutamente rilevanti negli edifici ad alte prestazioni. La trasmittanza di una parete in relazione all'incremento di spessore del materiale isolante ha un andamento parabolico, sopra determinati valori la coibentazione aggiuntiva non comporta apprezzabili aumenti di prestazione dell'involucro. Esiste un limite oltre il quale cercare di ridurre le perdite per trasmissione è estremamente difficile e insensatamente costoso, al contrario inserire un sistema di ventilazione meccanica controllata con scambiatore di calore, oltre a migliorare le condizioni dell'area interna, abbatte in modo sensibile le perdite per ventilazione e di conseguenza migliora in modo sensibile le prestazioni globali dell'edificio. Chiaramente in un edificio connotato da un involucro scadente l'inserimento di una VCM apporta risultati risibili in relazione alla prestazione globale. Questo rende l'applicazione di questa tecnologia un eco-bling nel caso di involucri a basse prestazioni, una soluzione assolutamente funzionale in presenza di involucri molto prestazionali.

Un discorso analogo riguarda la gestione degli apporti solari. Questi rappresentano un contributo favorevole al bilancio globale in inverno, ma sfavorevole in estate. Strategie progettuali non sviluppate in un'ottica di comportamento globale e basate su una metodologia di progettazione solo stagionale svolta in regime stazionario e non dinamico hanno condotto a problemi di surriscaldamento anche in edifici collocati in zone climatiche apparentemente non soggette a questi fenomeni. La diretta conseguenza è stata che il risparmio energetico prodotto da queste scelte progettuali in regime invernale è stato vanificato dall'aumento dei consumi per il raffrescamento estivo generando un bilancio globale negativo.

Nel minimalismo ecologico l'efficienza energetica dell'organismo edilizio ottenuto attraverso l'equilibrio tra apporti e perdite, generato dalla coesistenza tra componenti

attive e passive, è uno degli elementi di base del processo ideativo e progettuale, non un attributo da cercare di fornire all'edificio una volta terminata la fase ideativa e compositiva.

Ciò si riflette in una tendenza progettuale che consente di ottenere elevate prestazioni utilizzando in modo coerente sistemi a basso grado di complessità. Il processo progettuale di ottimizzazione dell'involucro coniuga sia aspetti compositivi che tecnici che hanno precise conseguenze dal punto di vista formale.

Accanto alle strategie passive legate al tema della forma, o più precisamente alla ricerca del contenimento del rapporto tra superficie e volume climatizzato, che comportano una maggiore linearità nell'articolazione planimetrica e volumetrica e una ricerca di contrazione dello spazio e a quelle legate al corretto dimensionamento e posizionamento delle superfici finestate, cui è connessa la scelta della tipologia dei sistemi di schermatura in un'ottica di gestione degli apporti solari, che sono state oggetto di trattazione nel capitolo 4.1, esistono degli elementi legati alla tecnica costruttiva altrettanto influenti a livello formale.

Essi sono legati alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli elementi che compongono l'involucro climatizzato e alla tecnologia costruttiva scelta come diretta conseguenza delle condizioni macro e microclimatiche dell'area di intervento oltre che dell'intorno.

Trasmittanza, capacità di sfasamento, attenuazione dell'onda termica, fattore solare delle superfici vetrate sono parametri che vanno calibrati in relazione alle specifiche condizioni climatiche esterne. Questo comporta evidenti ricadute formali come ad esempio l'utilizzo di involucri più o meno massivi, l'utilizzo di facciate ventilate o, in determinate aree climatiche connotate da climi estremamente rigidi, di facciate semitrasparenti volte ad amplificare l'effetto serra. Esistono delle istanze meramente costruttive legate ad esempio alla necessità di evitare discontinuità dell'involucro che generano ponti termici che hanno conseguenze esteticamente rilevanti correlate ad esempio alla rinuncia ad elementi sporgenti come quelli in corrispondenza delle coperture tipici dell'architettura tradizionale che hanno come conseguenza una maggiore pulizia e linearità degli involucri.

Questo approccio è evidente in due opere recenti degli architetti Arch. Helmut Stifter + Arch. Angelika Bachmann Casa delle Associazioni Culturali Scaleres e il Rifugio Vittorio Veneto al Sasso Nero.

La Casa delle Associazioni è un edificio pubblico realizzato nel centro di Varna per ospitare la sede per il coro della chiesa, la banda musicale, la biblioteca comunale e scolastica. Rappresenta, per la piccola comunità, un importante impulso sociale e architettonico. La distribuzione verticali degli spazi oltre ad istanze formali legate al dialogo col vicino campanile risponde a esigenze funzionali legate alla natura del terreno e alla possibilità di garantire la fruizione contemporanea ed indisturbata delle diverse funzioni. Una grande aula è collocata al primo piano ed è orientata verso la chiesa, la biblioteca sottostante si affaccia sul borgo e sulla valle, la sala prove di forma trapezoidale si trova sotto il cortile.

A soluzioni passive legate allo studio del rapporto superficie volume, alla coibentazione dell'involucro e al dimensionamento delle aperture finestrate in relazione alla gestione degli apporti solari si sommano soluzioni attive legate alla ventilazione meccanica controllata, a sistemi di riscaldamento a superficie radiante a bassa temperatura e allo sfruttamento del sistema di teleriscaldamento presente in zona. La forma lineare dell'involucro permette la continuità della coibentazione e conseguentemente un gestione dei ponti termici.

La finitura esterna, realizzata con un intonaco di sabbia naturale, è finalizzata a rendere l'edificio armoniosamente inserito nell'ambiente circostante. Un insieme di soluzioni a basso grado di complessità e legate a tecnologie e sistemi costruttivi standard consentono di raggiungere, grazie ad una progettazione attenta e calibrata, elevati livelli di efficienza energetica. L'edificio è classificato come Casaclima A.

Un approccio simile è stato utilizzato anche nell'ideazione e realizzazione del nuovo rifugio Vittorio Veneto al Sasso Nero ubicato a 3.026 metri sul livello del mare. L'edificio, connotato da altissime prestazioni energetiche (Casaclima A) è concepito come un punto focale visibile a 360 gradi in modo da indicare agli alpinisti la strada.

Le facciate lineari, a forma libera, sono progettate per richiamare il processo naturale di modellazione della roccia nel tempo dovuto al ghiacciaio, al vento e alle intemperie.

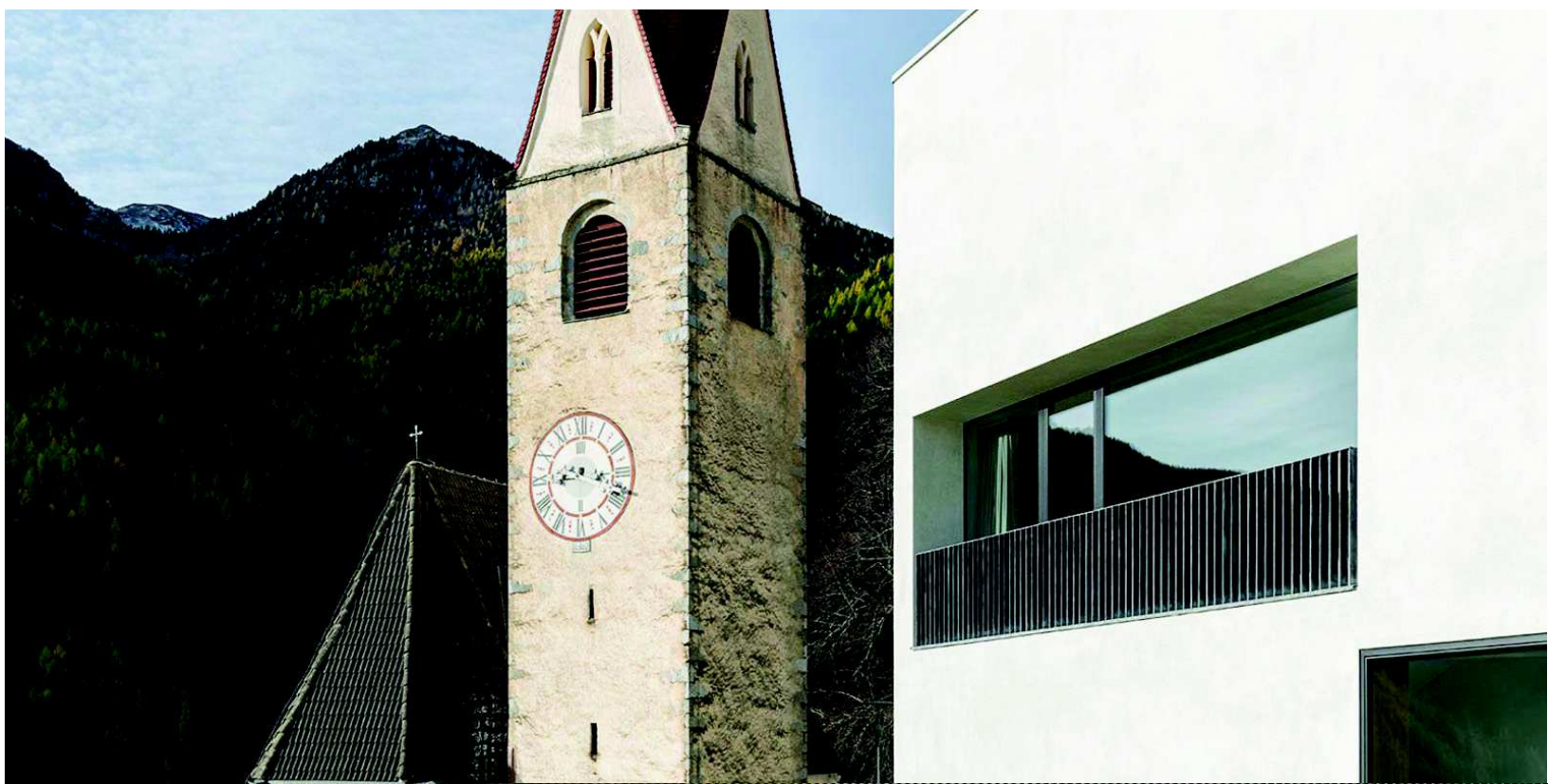
► Helmut Stifter, Angelika Bachmann - Casa delle associazioni (2018) Schalder (Italia) - CasaClima A 33 kWh/m²anno - vista lato strada
Fonte: www.stifter-bachmann.com





◁ Helmut Stifter, Angelika Bachmann - Casa delle associazioni (2018) Schalders (Italia) - CasaClima A 33 kWh/m²anno - vista dalla valle

Fonte: www.stifter-bachmann.com



△ Helmut Stifter, Angelika Bachmann - Casa delle associazioni (2018) Schalders (Italia) - CasaClima A 33 kWh/m²anno - particolare facciata

Fonte: www.stifter-bachmann.com

△ Helmut Stifter, Angelika Bachmann - Casa delle associazioni (2018) Schalders (Italia) - CasaClima A 33 kWh/m²anno - vista degli interni

Fonte: www.stifter-bachmann.com





▷ Helmut Stifter, Angelika Bachmann - Rifugio Vittorio Veneto al Sasso Nero (2018) San Giovanni (Italia) - CasaClima A 13 kWh/m²anno
Fonte: www.stifter-bachmann.com





◁ Helmut Stifter, Angelika Bachmann - Rifugio Vittorio Veneto al Sasso Nero (2018) San Giovanni (Italia) - CasaClima A 13 kWh/m²anno
Fonte: www.stifter-bachmann.com

4.5.2 Statico Dinamico

Esiste un evidente parallelismo tra quello che l'avvento del digitale rappresenta per l'architettura contemporanea e quello che la meccanizzazione ha rappresentato per l'architettura moderna.

Tuttavia mentre la mobilità modernista si è tradotta in oggetti, come l'automobile, dotati di una propria dimensione formale cui l'immaginario architettonico ha potuto direttamente attingere, quella digitale è caratterizzata da flussi invisibili di informazioni privi di una immediata ed univoca connotazione formale. Si tratta come afferma Antoine Picon di confrontarsi per la prima volta con "una realtà profondamente non tettonica"⁴².

Questo porta a due questioni determinanti: una legata al rapporto tra mappatura delle reti e processo progettuale ed in particolare al fatto se essa sia antecedente allo sforzo architettonico o contestuale ad esso, una seconda legata al rapporto tra ambiente digitale e ambiente fisico.

In un primo tempo la ricerca di coniugare la dimensione materiale dell'architettura con quella fluida e immateriale delle reti digitali è stata perseguita attraverso l'enfaticizzazione della fluidità delle forme delle strutture resa possibile dall'introduzione del computer nel processo progettuale. Si tratta di un approccio che Greg Lynn sintetizza col termine "forma animata" alla base del quale c'è sostanzialmente l'idea di dare consistenza spaziale alla fluidità del mondo digitale catturando un fotogramma istantaneo del flusso geometrico generato dal computer e manipolato dal progettista. Il postulato sotteso è che, attraverso la complessità geometrica, una struttura statica sia in grado di esprimere il dinamismo del flusso digitale e di trasmetterlo allo spettatore.

Questa esplosione della forma, che ha prodotto talvolta risultati seducenti, è rimasta legata ad una dimensione essenzialmente visiva senza incidere in modo significativo sulla dimensione spaziale tanto da indurre Herbert Muschamp a coniare per queste tendenze formali il termine di "nuovo barocco". Le reti di informazione e più in generale lo spazio digitale sono organizzati su principi profondamente diversi da quelli dello spazio architettonico e finora nessuna delle analogie proposte ha dato risultati convincenti. Questo approccio in cui la mappatura è parte dello sforzo architettonico ed

42. Cit. Picon A., *Architecture and the virtual. Towards a new materiality in Praxis New Technologies New Architectures* n. 6, 2004, p. 114-121.

in cui il progetto è finalizzato all'espressione della sua complessità introduce una questione fondamentale legata all'opportunità di affiancare alla complessità di un mondo dominato da big-data e flussi di informazioni un ambiente fisico sovraccarico di forme plastiche ed emotive.

Tali riflessioni hanno portato recentemente una serie di progettisti ad esplorare una via alternativa nella quale la mappatura avviene prima del processo architettonico e nella quale l'obiettivo non è la traduzione formale, ma la definizione di un ambiente iterativo in cui queste reti e questi dati siano fruibili. Si tratta di un approccio in cui la componente dinamica non si esprime attraverso la dimensione visiva legata alla forma, ma attraverso la dimensione esperienziale legata all'interazione.

L'applicazione all'architettura della definizione di cibernetica proposta da Gordon Pask come processo di autoregolamentazione evoluzione e apprendimento dei sistemi in cui il punto focale è come gli stessi si organizzano, porta ad architetture in cui l'elemento essenziale è la dinamica delle interconnessioni. L'obiettivo non è più quello di generare edifici che assomiglino ad organismi ma di generare edifici che si comportino come tali.

L'aspetto fondamentale di questa tendenza è legato alla visione della complessità come condizione, come opportunità ma non necessariamente come valore.

Anzi proprio il presupposto teorico su cui si basa questo approccio, evidente in opere come "City of Bits", "E-tropia", "Being Digital", che non è legato al digitale come strumento, ma come condizione destinata a pervadere tutti gli aspetti della vita umana, rende evidente il rischio che la complessità delle reti generi una quantità di informazioni e stimoli che possono diventare opprimenti.

Da questo presupposto emerge un atteggiamento progettuale, proprio di autori come Carlo Ratti, che Antoine Picon ha definito "digital - minimal" volto a "ristabilire la pace del corpo e della mente"⁴³ attraverso un processo di riduzione, di ricerca del minimo che ricorda l'approccio di autori come Jean Prouvé.

Questo approccio risulta evidente in progetti come il "Supermercato del Futuro" progettato da Ratti per Coop Italia o "Man and the Future - Hortus," realizzato per FICO Eataly World.

43. Cit. Picon A. "Digital_Minimal." 24 Luglio 2008. <http://architettura.it/extended/20080724/index.htm>

L'aspetto innovativo del "Supermercato del Futuro" non è legato a sperimentazioni formali né tantomeno prevede l'eliminazione dello spazio fisico del commercio a favore di una dimensione esclusivamente virtuale. Soluzioni formali minime ed eleganti si fondono con soluzioni tecnologiche d'avanguardia, materiali naturali come il legno dialogano con pannelli al plasma, creando un ambiente iterativo in cui l'utilizzo dei dati è finalizzato a promuovere modelli di consumo più informati e più sostenibili.

Il nuovo format prevede una disposizione a raggiera con al centro le materie prime non lavorate e i prodotti freschi, da esso si sviluppano una serie di "corsie filiere" tematiche dove man mano che ci si allontana dal centro aumenta il grado di lavorazione della materia prima originale. L'idea è che la disponibilità di informazioni per l'acquirente comporterà, nel lungo termine, che la garanzia della qualità del prodotto non sarà più legata alla riconoscibilità del marchio ma al suo corredo di informazioni.

Al contempo la supervisione informatica in tempo reale, collegata ad un magazzino robotizzato in grado di gestire l'area espositiva, permette di esporre molti meno articoli sempre aggiornati. Paradossalmente l'applicazione del digitale, legata alla necessità economica di limitare le quantità di prodotti alimentari non venduti ed ambientale di evitare lo spreco di risorse legate alla loro produzione e commercializzazione, ha generato un ritorno al passato in cui gli scaffali vengono abbandonati per tornare ai banconi e di conseguenza uno spazio architettonico molto più simile al mercato che ai modelli odierni della grande distribuzione.

"Man and the Future - Hortus," realizzato per FICO Eatly World associa pratiche agricole sostenibili con le potenzialità del digitale per fornire un "sistema di coltivazione collaborativo e in-store" utilizzabile da chiunque. Il padiglione indaga come la tecnologia digitale possa trasformare in modo più sostenibile una delle attività umane più antiche del mondo: l'agricoltura. Il metodo di coltivazione idroponico viene integrato con sensori che sono utilizzati per misurare le condizioni biologiche delle piante e il loro sviluppo in modo da ottimizzare i processi di coltivazione e raccolta.

La struttura circolare contiene un orto idroponico progettato per evidenziare il processo di maturazione delle colture, che crescono man mano che il visitatore si muove attraverso il padiglione. Il progetto mette in relazione il procedere spaziale con in procedere



RUCOLA SELVATICA

WILD ARUGULA / ROCKET

La rucola è ricca di acqua e di sali minerali. A differenza della lattuga, ha un più alto contenuto di sostanza secca (10 %). Contiene molto betacarotene, vitamine del gruppo B e C e folati (che si trasformano in acido folico).

La rucola possiede proprietà diuretiche. Contiene potassio, calcio e magnesio. È una pianta aromatica che contiene un glucoside il quale ne determina il tipico sapore amaro/piccante.

Nell'antica Roma, la rucola veniva utilizzata come ingrediente essenziale nei fritti d'amore.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

Regolare il ritmo vegetativo e il ciclo di vita della pianta. Assicurarsi che la pianta sia sempre in fase di crescita attiva.

FOGLIA
CARATTERISTICA

PRIME FOGLIE

AGGIUNTA
FOGLIE

temporale.

Si tratta di una serra 2.0 in cui l'architettura rarefatta e minimale non crea ridondanze con la dimensione digitale, ma al contrario ne facilita la fruizione ed enfatizza la componente didattica del progetto. Gli utenti possono partecipare al processo di coltivazione condiviso piantando un seme delle loro specie vegetali preferite in un modulo di crescita e inserendo il modulo nel serbatoio idroponico.

È quindi possibile abbinare il modulo con un'applicazione per seguire il processo di crescita fino al momento della raccolta. Una volta che un ortaggio è maturo, sarà possibile per la persona che lo ha piantato raccoglierlo per il consumo o permettere che venga donato.

4.5.3 B10

Uno degli esempi che ben identificano il rapporto tra sostenibilità e tecnologia sia in rapporto all'equilibrio tra componenti attive e passive sia in rapporto alle dimensioni statica e dinamica del progetto è Aktivhaus B10 dell'architetto e ingegnere tedesco Werner Sobek.

B10 è un modulo prefabbricato sperimentale ubicato in Bruckmannwg 10 nel cuore della tenuta Weissenhoff. La connotazione non è casuale, ma assume un forte contenuto simbolico in quanto si tratta del quartiere sorto nel 1927 in occasione dell'esposizione "Deutscher Werkbund" organizzata per mettere in mostra le innovazioni architettoniche e sociali proposte dal movimento moderno.

Il progetto che idealmente riprende, in chiave contemporanea, l'originale carattere innovativo del quartiere, fa parte di una rete di progetti denominata "Schaufenster LivingLab BWe mobil" finanziati dal ministero Ministero federale tedesco dei trasporti e dell'infrastruttura digitale.

L'edificio è progettato secondo il principio del "Triple Zero" © (nessun utilizzo di fonti energetiche fossili, nessuna emissione, nessun residuo durante lo smantellamento o la conversione), e include concetti architettonici più ampi legati all'integrazione tra costru-

zione e mobilità e l'estensione della scala progettuale dal singolo edificio al quartiere. La progettazione fin dalla sua fase iniziale è stata estesa a tutte le fasi che compongono il ciclo di vita dell'edificio: costruzione, esercizio, trasformazione, dismissione.

La prefabbricazione industriale utilizzata per la sua costruzione prevede la realizzazione di quattro unità indipendenti destinate ad ospitare i componenti base "elettrics", "building services equipment", "Kitchen" e "wet room". Questo approccio per cui il manufatto finale è il risultato dell'assemblaggio di singoli moduli completi, tipico dell'industria automobilistica, consente non solo di velocizzare il processo di montaggio, l'intero edificio infatti è stato montato in sito in un solo giorno, ma aumenta il livello di flessibilità facilitando al massimo differenti successive configurazioni. La possibilità di assemblare le unità base in qualsiasi ordine si desidera consente oltre all'adattamento ai diversi luoghi e alle diverse esigenze dell'utenza la possibilità di aumentare in modo mirato la densità degli spazi urbani.

I vantaggi del design modulare non si limitano agli aspetti costruttivi, ma si estendono a quelli legati al processo di dismissione. La costruzione è concepita come un insieme di parti omogenee che possono essere smontate, raggruppate e riciclate. Ad esempio tutte le pareti sono costruite in legno non trattato e sono rivestite sia all'interno che all'esterno con tessuto.

L'edificio è costituito da una pianta regolare di 14,5 ml. X 6,00 ml ed ha un'altezza di circa 3 ml., non poggia direttamente sul terreno per non modificare in maniera irreversibile il sito originario, ma su una struttura in acciaio incassata sul bordo esterno dell'edificio e collegata al terreno attraverso otto supporti.

Il volume è volutamente sobrio, il design elegante ottenuto attraverso soluzioni tecniche volte a minimizzare gli spessori dei componenti edilizi e la colorazione volutamente ridotta, gli permettono di integrarsi perfettamente nel tessuto urbano circostante.

Sebbene il sito in cui è collocato presenti delle criticità come l'orientamento a nord-ovest del fronte principale dovuto alla presenza della strada, la commistione di soluzioni passive ed attive garantisce elevati standard di prestazione e di confort.

A soluzioni passive convenzionali come la compattezza della forma, la collocazione delle aperture su un solo lato, la presenza di schermature per gestire gli apporti solari,

▷ Werner Sobock - B10
(2014) Stoccarda (Germania) - Aktivhaus - vista frontale -

Fonte: © Zooney Braun





◁ Werner Sobock - B10
(2014) Stoccarda (Germania) - Aktivhaus - vista laterale -
Fonte: © Zooney Braun



◁ Werner Sobock - B10
(2014) Stoccarda (Germania) - Aktivhaus - schema di aggregabilità -
Fonte: © Zooney Braun



Werner Sobek - B10
(2014) Stoccarda (Germania) - Particolare dei materiali interni -
Fonte: © Zooney Braun





▷ Werner Sobek - B10
(2014) Stoccarda (Germania) - Aktivhaus - assemblaggio -
Fonte: © Zooney Braun

l'elevato standard prestazionale degli elementi che compongono l'involucro ottenuto attraverso materiali e tecniche avanzate come il vetro sottovuoto e i pannelli isolati sotto vuoto (VIPs), si affiancano sistemi passivi concettualmente più sofisticati come il serbatoio di ghiaccio da 15 mc. collocato accanto all'edificio. Questo da un lato, nel periodo invernale, fa parte di un sistema attivo fungendo da fonte di calore per la pompa di calore ad acqua che riscalda l'edificio dall'altro, nel periodo estivo, si configura come un sistema passivo che consente il raffrescamento assorbendo il calore in eccesso dell'edificio. Le soluzioni passive coesistono con un apparato impiantistico molto sofisticato in cui il sistema di climatizzazione, quello per la ventilazione meccanica controllata e quello per la generazione di energia rinnovabile, sono perfettamente integrati.

I pannelli PVT, combinazione di tecnologie solari termiche e fotovoltaiche, in grado quindi di produrre contemporaneamente energia elettrica e termica sono utilizzati per il raffrescamento notturno. Quando il sistema rileva che le condizioni sono favorevoli una miscela di acqua e glicole viene fatta circolare attraverso i tubi delle superfici radianti e successivamente pompata attraverso i pannelli che disperdono il calore nell'area circostante.

Un algoritmo di controllo collegato alla facciata in vetro attraverso la valutazione delle condizioni di temperatura interne ed esterne e le condizioni dei flussi d'aria determina la grandezza dell'apertura necessaria della finestra e provvede in automatico a realizzarla.

La vera innovazione tecnologia dell'edificio risiede tuttavia nel sistema integrato di automatizzazione basato sull'unità di controllo centrale alphaEOS Base. Si tratta di un sistema di gestione dinamico ed adattivo che integra tre aspetti la gestione dell'edificio, la mobilità, la connessione con il tessuto urbano circostante. L'interfaccia adatta la gestione dell'edificio alle condizioni ambientali e alla routine degli utenti in questo modo ad esempio sceglie in automatico le soluzioni più idonee a mantenere le condizioni di comfort nei diversi momenti della giornata e quando un utente lascia l'edificio il sistema minimizza i consumi chiudendo le luci, staccando gli impianti di climatizzazione e se le condizioni climatiche lo richiedono, come nei pomeriggi estivi, richiudendo la facciata rotante che quando è aperta funge da terrazzo.

Questo tipo di gestione in tempo reale permette di raggiungere dei livelli di efficienza molto elevati che concorrono al rendere l'edificio "attivo" (cioè un edificio che produce più energia di quella che serve al suo funzionamento). Questo surplus energetico pari a circa il 200% del suo fabbisogno sarebbe tuttavia un inutile "eco-bling" se la progettazione fosse limitata alla sola scala dell'edificio; esso assume significato all'interno di un orizzonte progettuale più ampio che si estende alla dimensione urbana ed a quella della mobilità.

La parte veramente interessante del sistema di gestione è la capacità di integrare in tempo reale la dimensione della mobilità e quella urbana. L'edificio si configura come un nodo della rete energetica e il sistema è in grado di predire e scegliere in modo dinamico in funzione alle condizioni attuali e future se utilizzare l'energia in surplus prodotta per ricaricare i mezzi elettrici in dotazione, alimentare la batteria al litio del suo impianto che gli permette di autoalimentarsi nelle fasce orarie in cui la rete globale è soggetta a picchi di richiesta e quindi l'energia è più costosa o contribuire al fabbisogno della vicina sede del museo Weissenhof collocata in un edificio di Le Corbusier del 1927.

L'organismo edilizio non nasce con l'idea di essere autonomo e isolato, ma al contrario di diventare da un lato elemento di stabilità della rete elettrica riducendo il carico sulla stessa, distribuendo in modo predittivo e dinamico l'energia prodotta in surplus contribuendo a soddisfare le esigenze locali del quartiere, dall'altro nodo di collegamento dell'elettromobilità a zero emissioni. Gli edifici dotati di un sistema di gestione energetica predittiva si configurano come una rete di generatori e impianti di stoccaggio che formano un sistema più simile a quello ipotizzato da Jeremy Rifkin in "economia all'idrogeno"⁴⁴ che a un modello off-grid tipico dello spirito del pioniere.

▷ Schema riepilogativo dei casi studio trattati per punto.

44. Rifkin J., Economia all'idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra, Mondadori Editore, Milano, 2002



LESS IS MORE GREEN

5.

La ricerca della semplicità deve pervadere ogni parte del processo: è davvero fondamentale. La semplicità non è semplice"

Jonathan Ive

Didattica e Progetto

La capacità dell'architettura di fare proprie le istanze della sostenibilità in un'ottica sistemica ha da tempo cessato di essere una possibilità per diventare necessità. Sebbene quello che in questo lavoro viene individuato come "minimo sostenibile" non sia l'unico approccio possibile per rispondere a questa istanza, esso presenta delle specificità che lo rendono estremamente adatto allo scopo.

Non è un caso che il ricorso al minimalismo inteso come strumento teorico che supporti una comprensione differenziata dei processi di riduzione, rappresenti un approccio metodologico alle istanze della contemporaneità di valenza universale e non limitato al campo dell'architettura o delle discipline affini, ma esteso, come ampiamente documentato ad esempio nel testo "The laws of subtraction"¹ di Matthew E. May, a quasi tutti gli ambiti dell'attività umana.

La necessità di individuare e diffondere un metodo è testimoniata dalla superficialità che il tema ha finito per assumere soprattutto in ambito architettonico. L'universalità dell'argomento ha comportato una molteplicità di istanze, spesso anche molto differenti tra loro, che hanno avuto come deriva collaterale il ricorso alla sostenibilità più come aggettivazione del progetto, volta a dare valore ad opere di dubbia qualità, che come elemento fondante.

1. May M. E., The laws of subtraction. Six Simple Rules for Winning in the Age of Excess Everything, McGraw-Hill Education, New York (USA), 2012

5.1 Oggetto e Obiettivi.

Oggetto e finalità.

Oggetto dell'insegnamento è l'utilizzo del "minimalismo sostenibile" quale approccio

progettuale, basato sul ricorso alle diverse tecniche di riduzione proprie dei diversi ambiti, per affrontare il tema della sostenibilità in architettura.

Il percorso formativo prevede che il partecipante sia in grado di produrre, attraverso l'implementazione dell'approccio proposto, un elaborato progettuale che presenti le caratteristiche qualitative e quantitative proprie di un edificio sostenibile. Tale lavoro è finalizzato a mettere i partecipanti nelle condizioni di utilizzare, successivamente, in maniera autonoma tale metodo sia durante l'eventuale proseguo del percorso di studi che nella pratica professionale.

Obbiettivi.

Il percorso formativo persegue una serie di obiettivi. Alcuni hanno carattere generale e sono relativi alla sensibilizzazione rispetto alle tematiche trattate, altri, invece, sono specifici del rapporto tra sostenibilità ed architettura. In generale esso è finalizzato a fornire sia le basi teoriche per affrontare il problema progettuale in chiave sostenibile sia una serie di strumenti che permettano al partecipante di poter valutare, oltre agli aspetti qualitativi, anche quelli quantitativi e la loro interazione. Gli obiettivi principali sono i seguenti:

- lo sviluppo di una consapevolezza personale relativa al tema della sostenibilità;

- lo sviluppo di un approccio progettuale, applicabile su diversi campi e livelli, basato sul ricorso al minimalismo inteso come strumento teorico che supporti una comprensione differenziata dei processi di riduzione, quale approccio metodologico al problema della sostenibilità;

- l'acquisizione di competenze relative all'impiego di strumenti informatici necessari a simulare in modo corretto lo specifico comportamento dell'organismo edilizio e la loro integrazione nel processo decisionale;

- la verifica della necessità a livello di scelte progettuali del ricorso a una serie di nozioni

relative a concetti di fisica tecnica, chimica dei materiali, e dell'effetto della loro interazione con gli aspetti compositivi del progetto;

- la conoscenza dei meccanismi relativi ai diversi sistemi di classificazione/certificazione;

- la capacità di utilizzare in modo sinergico le nozioni metodologiche e le competenze informatiche fornite per arrivare alla definizione, attraverso un lavoro di equipe, di un progetto che risponda alle istanze del paradigma della sostenibilità;

- la prosecuzione e l'approfondimento di una ricerca personale, iniziata col presente lavoro, che possa diventare caratterizzante dal punto di vista culturale e professionale.

Destinatari.

L'insegnamento è rivolto tanto a studenti, di livello universitario, che si occupano di discipline affini al campo della progettazione - architettura, pianificazione territoriale, ingegneria, design, quanto a professionisti che già operano negli stessi settori.

L'estensione della platea cui l'insegnamento è destinato rappresenta un elemento fondamentale. Essa risponde ad un'implicazione di base connessa alla dimensione della necessità per cui la trasmissione e l'insegnamento degli argomenti trattati non possano avere solo una dimensione teorica e non possono essere limitati alla futura generazione di progettisti, attualmente impegnata negli studi universitari, ma implica l'esigenza di una implementazione pratica immediata da parte di una platea più ampia che comprenda i professionisti già attualmente in attività.

5.2 Modalità e Strumenti

L'approccio alla materia e le modalità di insegnamento di seguito illustrate derivano dalle esperienze maturate negli ultimi sei anni nell'ambito dell'assistenza alla didattica, nei diversi corsi tenuti dal Professor Maurizio Bradaschia presso le facoltà di Ingegneria

e Architettura dell'Università degli studi di Trieste.

Questo lavoro mi ha permesso non solo di sviluppare alcuni elementi fondamentali per questa ricerca, ma anche di osservare talune evidenti criticità.

Un aspetto importante riguarda la profonda differenza di approccio al progetto tra gli studenti della facoltà di architettura e quelli della facoltà di Ingegneria. Il corso di "Progettazione Architettonica" del quarto anno del corso di studi in Ingegneria Civile e quello del "Laboratorio di costruzione dell'architettura" del secondo anno del corso di studi in Architettura, sebbene presentino contenuti sovrapponibili proposti con il medesimo approccio didattico e richiedano la produzione di una tipologia di elaborato progettuale simile, generano esiti molto differenti.

Come osserva lo stesso professor Bradaschia mentre nella facoltà di Ingegneria si rileva una propensione analitica al problema progettuale "che porta a risultati corretti ma solo a volte eccellenti"² in quella di architettura si osserva un approccio che porta a risultati formalmente accattivanti cui però corrisponde solo in pochi casi una correttezza e completezza progettuale.

In entrambi i casi, per ragioni diverse, si evince una difficoltà a conciliare la dimensione qualitativa e quantitativa del progetto.

Un secondo aspetto riguarda, la difficoltà di creare collegamenti tra campi diversi, che si riflette nella difficoltà ad applicare nozioni uguali in ambiti diversi. Sebbene tutti gli studenti che affrontano i corsi abbiano già superato il corso di Fisica Tecnica risulta estremamente difficile far loro applicare i concetti appresi a livello teorico, come i sistemi di trasporto del calore o la nozione di trasmittanza, nell'ambito della tecnica costruttiva. Si nota una compartimentazione tra le nozioni ritenute afferenti all'ambito teorico e quelle ritenute afferenti alla dimensione pratica della materia. Questo problema assume rilevanza ancora maggiore di fronte ad un paradigma, come quello della sostenibilità, che non solo costringe a lavorare contemporaneamente su campi diversi, ma che presuppone di lavorare anche sulle loro interazioni.

In quest'ottica il corso proposto, partendo dall'approccio già proposto dal professor Bradaschia sia a livello didattico che di produzione scientifica, mira a connettere ed integrare i due livelli.

2. Cit. Bradaschia M., La Costruzione dell'Architettura, LetteraVentidue, Palermo, 2014

Modalità.

Il corso si immagina erogato con due diverse modalità: in presenza ed in via telematica sotto forma di MOOC (massive open online courses).

Questi ultimi sono "corsi online aperti su larga scala" pensati per coinvolgere un numero elevato di utenti grazie alla formazione a distanza. Tale modalità viene introdotta per rispondere alla necessità evidenziata in precedenza di ampliare lo spettro dei partecipanti anche alla compresenza dei professionisti attualmente in attività. Piattaforme come edX, creata dal Massachusetts Institute of Technology e dall'Università di Harvard, sono in grado di fornire corsi di elevata qualità, su una grande varietà di argomenti, tenuti dai docenti delle più importanti università del pianeta. La partecipazione è completamente gratuita e prevede degli step di valutazione alla fine di ogni lezione, oltre alla possibilità di interagire col docente o i docenti che tengono il corso. Questo strumento è stato utilizzato anche per approfondire alcuni specifici argomenti del presente lavoro. Ad esempio nella trattazione su minimo e tecnologia si fa espressamente riferimento al corso tenuto di professori Kengo Kuma e Yusuke Obuchi, intitolato "Four Facets of Contemporary Japanese Architecture: Technology", che l'università di Tokyo ha sviluppato attraverso la sua piattaforma digitale "UTokyoX learning community" e reso disponibile su edX.

Il corso qui proposto, in entrambe le sue versioni, prevede otto moduli. I primi due completamente teorici, i successivi cinque caratterizzati da una parte teorica ed una applicazione, l'ultimo di natura prettamente applicativa da sviluppare in gruppo o singolarmente propedeutica alla realizzazione dell'elaborato finale. Per la versione online del corso l'ultima parte è facoltativa.

Strumenti.

Si possono individuare due categorie di strumenti: quelli relativi all'insegnamento e allo sviluppo della parte teorica e quelli operativi impiegati dai partecipanti nelle parti applicative durante il corso e per la realizzazione dell'elaborato finale.

Strumenti di insegnamento:

-Sito del corso in cui sono disponibili il materiale didattico sotto forma di dispense delle lezioni, articoli di approfondimento relativi alle varie tematiche affrontate, dispense di introduzione all'utilizzo dei software utilizzati, indicazioni bibliografiche. Inoltre esso conterrà gli elaborati finali prodotti dagli studenti dei corsi precedenti e le varie esercitazioni.

Strumenti applicativi:

-Programma di modellazione digitale Sketchup. La versione utilizzata sarà SketchUp Make che è distribuito con licenza freeware per uso personale e domestico.

-Programma di simulazione dinamica EenergyPlus per l'analisi del comportamento energetico degli edifici che ingegneri, architetti e ricercatori utilizzano per modellare le varie componenti connesse al consumo energetico. Il software è gratuito utilizzabile gratuitamente.

-Programma OpenStudio, plugin gratuito di Sketchup utilizzato come interfaccia grafica di EnergyPlus .

-Programma di analisi di nodi costruttivi agli elementi finiti Therm. Si tratta di un software sviluppato dal Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) e distribuito gratuitamente che permette l'analisi bidimensionale della conduzione e del trasferimento di calore basata sul metodo degli elementi finiti.

5.3 Struttura

Il corso, come detto, è articolato in otto moduli. I primi due completamente teorici, i

successivi cinque caratterizzati da una parte teorica ed una applicativa, l'ultimo esclusivamente applicativo, da sviluppare singolarmente o in gruppo, propedeutico alla realizzazione dell'elaborato finale.

Modulo 1. Introduzione ai concetti di Sostenibilità e di minimo (durata ore 5)

Obiettivi: inquadramento generale ed introduzione alle nozioni di sostenibilità e di minimo.

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica.

Il modulo ricalca i primi due capitoli della presente trattazione ed è finalizzato alla definizione degli aspetti caratteristici e significativi del paradigma della sostenibilità e dei processi di riduzione sottesi al concetto di minimo.

Modulo 2. Analisi del rapporto tra minimo e sostenibilità e declinazioni architettoniche (durata ore 5)

Obiettivi: definizione del metodo e degli elementi caratteristici dell'approccio progettuale

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica.

Il modulo è finalizzato alla definizione del metodo sotteso al rapporto tra minimo e sostenibilità. Esso ripercorre il terzo capitolo della presente trattazione. In questa parte del corso si delineano gli elementi essenziali, funzionali a verificare le potenzialità del minimalismo, inteso come strumento teorico che supporti una comprensione differenziata dei processi di riduzione, come approccio metodologico al problema della sostenibilità.

Modulo 3. Minimo ed energia (durata ore 10)

Obbiettivi: definizione degli aspetti metodologici introdotti dalla sostenibilità relativi al rapporto tra minimo ed energia

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica, software (Sketchup, Openstudio, EnergyPlus)

Il modulo affronta il rapporto tra minimo ed energia in relazione alle tematiche introdotte dalla sostenibilità. Esso ha due parti teoriche ed una applicativa. Nella prima vengono evidenziati i concetti base, le problematiche e le ricadute architettoniche ad esse correlate e vengono individuati dei casi studio significativi. Nella seconda, di natura più tecnica, si analizzano gli elementi fondamentali che intervengono nel bilancio energetico globale di un edificio. L'analisi non è finalizzata al calcolo, ma alla comprensione, di quali effetti abbiano e su che aspetti incidano variazioni progettuali di carattere compositivo e tecnologiche relative agli elementi che compongono l'involucro.

Si procede poi ad una parte pratica in cui vengono date le base per l'utilizzo del software di analisi dinamica con EnergyPlus attraverso il Plugin di Sketchup Openstudio.

Modulo 4. Minimo e spazio (durata ore 5)

Obbiettivi: definizione degli aspetti metodologici introdotti dalla sostenibilità relativi al rapporto tra minimo ed spazio

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica, software (Sketchup, Openstudio, EnergyPlus).

Il modulo affronta il rapporto tra minimo ed spazio in relazione alle tematiche connesse al paradigma della sostenibilità. Esso è composta da una parte teorica nella quale vengono evidenziati i concetti di dimensione, densità e flessibilità e viene introdotto il concetto di efficienza incorporata.

Si procede poi ad una parte pratica in cui viene implementato uno dei moduli minimi mostrati a lezione o proposti dagli studenti nel software di analisi dinamica EnergyPlus attraverso l'interfaccia grafica Openstudio il Plugin di Sketchup.

Questo “edificio pilota” verrà impiegato anche nei successivi moduli in modo da consentire allo studente di familiarizzare con lo strumento informatico e evidenziarne le possibilità di interazione col processo progettuale. Si tratta di un lavoro teso a dare gli strumenti necessari per la realizzazione dell'elaborato finale.

Modulo 5. Minimo e materia (durata ore 5)

Obbiettivi: definizione degli aspetti metodologici introdotti dalla sostenibilità relativi al rapporto tra minimo ed materia

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica, protocolli di valutazione, software (Sketchup, Openstudio, EnergypPlus, Therm).

Il modulo affronta il rapporto tra minimo e materia in relazione alle tematiche introdotte dalla sostenibilità. Esso è composto una parte teorica in cui vengono analizzati il concetto di peso ambientale dell'edificio e gli aspetti relativi al ciclo di vita degli organismi edilizi e dell'ecologicità dei materiali impiegati.

Si procede poi ad una parte pratica che si sviluppa su due livelli. Nel primo si assegnano materiali differenti all'organismo edilizio implementato nel modulo precedente e si verificano le ricadute prestazionali. Nel secondo si procede ad un calcolo del peso ecologico dell'edificio secondo le modalità proposte dai diversi protocolli.

Modulo 6. Minimo e ambiente (durata ore 5)

Obbiettivi: definizione degli aspetti metodologici introdotti dalla sostenibilità relativi al rapporto tra minimo e ambiente.

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica, analisi di progetti, software (Sketchup, Openstudio, EnergypPlus).

Il modulo affronta il rapporto tra minimo e ambiente in relazione alle tematiche introdotte dalla sostenibilità. Esso è composto da una parte teorica in cui, in linea con quanto

esposto nel punto 4.4 della ricerca, vengono analizzati i concetti di naturale e culturale e quelli del rapporto tra nuovo ed esistente e le loro implicazioni. Nella parte applicativa si verificano le ricadute dell'inserimento in contesti diversi dell'organismo edilizio minimo già precedentemente utilizzato.

Questo viene fatto sempre attraverso il software di simulazione dinamica modificando più volte la collocazione geografica dell'edificio e verificando le differenze a livello di comportamento.

Modulo 7. Minimo e tecnologia (durata ore 5)

Obiettivi: definizione degli aspetti metodologici introdotti dalla sostenibilità relativi al rapporto tra minimo e ambiente.

Strumenti: Materiale didattico fornito dalla docenza, ricerca bibliografica, software (Sketchup, Openstudio, EnergypPlus).

Il modulo affronta il rapporto tra minimo e tecnologia in relazione alle tematiche introdotte dalla sostenibilità. Esso è composto da una parte teorica in cui, in linea con quanto esposto nel punto 4.5 della ricerca, vengono analizzati gli elementi caratteristici introdotti dal tema come il rapporto attivo passivo e tra componente statica e dinamica, e da una parte pratica in cui si verificano gli effetti legati all'introduzione di sistemi di ventilazione meccanica controllata e altri elementi attivi. Questo viene fatto attraverso l'impiego del software di simulazione dinamica.

Va sottolineato che tutte le analisi effettuate col software avvengono col modello del "corpo libero" immaginando cioè l'edificio dotato di un impianto ideale. Questo per due ragioni: in primo luogo il modello adottato nel corso è quello illustrato nel punto 4.1.1 e la parte indagata è fondamentalmente quella relativa alla progettazione e all'ottimizzazione dell'efficienza dell'involucro, in secondo luogo l'introduzione delle specifiche legate agli aspetti impiantistici renderebbe il lavoro troppo gravoso.

Potrebbe tuttavia essere interessante ampliare il discorso qualora il corso si sviluppasse parallelamente ad un corso di impianti.

Modulo 8. Progetto (durata ore 20)

Obiettivi: produzione dell'elaborato finale. Realizzazione di un elaborato progettuale che utilizzi la metodologia progettuale proposta.

Strumenti: software (Sketchup, Openstudio, EnergypPlus).

L'ultimo modulo ha carattere prettamente applicativo e prevede la definizione di un progetto da parte di un singolo o di un gruppo di studenti composto al massimo da tre unità. Il problema progettuale è le condizioni al contorno sono definite dalla docenza. Si procederà con revisioni collettive due volte a settimana in cui saranno analizzati e discussi, in modo collegiale, tutti i progetti e le scelte alla base delle decisioni sottese allo sviluppo del progetto. Il lavoro è finalizzato a produrre una proposta progettuale che dimostri le caratteristiche proprie della sostenibilità e che evidenzi la coesistenza degli aspetti qualitativi e quantitativi del progetto attraverso l'applicazione della metodologia illustrata. Esso dovrà contenere elaborati grafici di progetto, un'analisi energetica dinamica a "corpo libero", una relazione metodologica che evidenzi le scelte progettuali e metodologiche.

La semplicità è la nota fondamentale di ogni vera eleganza.

Coco Chanel

Conclusioni

La trattazione trae origine dalla constatazione che la sostenibilità sia il paradigma centrale della contemporaneità. Sebbene l'importanza del tema sia ormai universalmente riconosciuta, esiste una tendenza piuttosto diffusa a considerarlo, in modo più o meno conscio, quale semplice aggettivazione piuttosto che elemento significativo. Risulta lecito chiedersi in base a quale principio, all'interno di una società complessa come quella contemporanea, si possa sostenere l'esistenza di un paradigma centrale e perché la sostenibilità abbia peculiarità tali da assurgere a questo ruolo.

Come si è cercato di evidenziare nella trattazione la risposta risiede, a detta di chi scrive, in tre elementi fondamentali: l'universalità del concetto che si estende praticamente a tutti i campi e soprattutto alle loro interazioni, il fatto che si tratti del prodotto di più crisi sostanzialmente contemporanee, la necessità generata dall'impellenza relativa soprattutto alla sua componente ecologica.

Questi elementi evidenziano come il concetto sia compatibile non solo con l'accezione letteraria del termine, paradigma deriva infatti dal greco *parádigma*, che significa esemplare ed individua nel linguaggio comune un modello di riferimento di valore fondamentale, ma anche con quella scientifica.

Esso, infatti, corrisponde all'idea di Thomas Kuhn per cui il paradigma è la matrice disciplinare che rappresenta la visione, l'orizzonte "filosofico", lo scenario in cui si colloca il lavoro di ricerca delle comunità scientifiche di un determinato periodo. L'elemento di novità risiede piuttosto nella dimensione multidisciplinare del concetto.

Da qui l'interesse per individuare un metodo, un approccio, adatto ad operare all'interno del nuovo contesto caratterizzato dalle problematiche e dall'esponenziale complessità introdotta dalla sostenibilità.

La ricerca si è concentrata su due aspetti principali: l'analisi organica di una tendenza in atto e il tentativo di fornire un quadro sistemico dei processi, delle strategie e degli strumenti che caratterizzano il metodo ad essa sottesa.

Per quanto concerne il primo aspetto, il lavoro fa emergere un orientamento transdisciplinare con evidenti ricadute in ambito architettonico, consolidatosi principalmente nell'ultimo decennio, che prevede il ricorso al concetto di minimo ed ai molteplici processi di riduzione che esso sottende, quale strumento per affrontare le istanze introdotte dal nuovo paradigma.

Gli esempi individuati ed analizzati all'interno dello studio evidenziano tre elementi particolarmente interessanti: la diffusione su scala globale di questo approccio, l'ampiezza dei campi di applicazione e la varietà di declinazioni che esso può assumere. Ciò è testimoniato sia dal fatto che i casi analizzati riguardano ambiti geografici, climatici, sociali ed economici molto variegati, sia dal fatto che progetti estremamente eterogenei per scala, collocazione, funzione, tecnica e tecnologia si basano su scelte metodologiche simili e che autori con sensibilità e background culturali differenti ricorrono a strategie ed approcci metodologici tra loro simili.

A partire da questa analisi si è cercato di delineare un quadro metodologico che connettesse i diversi processi di riduzione individuati: minimo e mezzi, minimo e struttura, minimo e significato, con cinque ambiti del progetto sostenibile. Sebbene l'assunto di fondo, come illustrato, riguardi l'intervento sinergico in più ambiti mediante l'utilizzo contemporaneo di diversi processi di riduzione, la divisione proposta ha avuto lo scopo di illustrare in modo organico le diverse strategie afferenti al metodo.

Come normale per un concetto relativamente recente e di tale complessità, esistono diversi approcci al problema: in architettura ad esempio si stanno sviluppando tendenze come la bioarchitettura o il biomimetismo, solo per citarne alcune, che, per motivi diversi, risultano interessanti in specifiche applicazioni.

L'approccio minimalista, che lavora attraverso l'utilizzo congiunto di diversi sistemi di riduzione, indagato in questa trattazione, sebbene quindi non rappresenti l'unico metodo compatibile col nuovo paradigma, presenta alcune peculiarità di sicuro interesse che lo rendono adatto allo scopo.

Si tratta di un approccio intrinsecamente basato sul concetto di efficienza e non di efficacia. Questo rappresenta un assunto teorico basilare perché permette di evitare la banalizzazione estremamente diffusa, derivante dalla tendenza a considerare la sostenibilità come semplice attributo del progetto, che riduce la soluzione del problema ad un cambio di vettore energetico, all'utilizzo di eco-bling o all'impiego di qualche appendice verde.

Esso, inoltre, risponde alla necessità di definire un metodo flessibile, non limitato dai limiti tradizionali della materia, in grado di rimodularsi per lavorare, in modo efficace, su diversi campi e sulle loro connessioni.

Un altro aspetto basilare riguarda la capacità del metodo di non limitarsi agli aspetti misurabili e classificabili, ma di includere nel progetto gli aspetti legati a quella che, nella trattazione, è stata definita sostenibilità intrinseca.

Esiste infine una questione di carattere pratico, magari secondaria nell'ottica del lavoro di ricerca, ma ad avviso di chi scrive, molto significativa legato all'intero settore delle costruzioni e della pianificazione territoriale. L'impellenza delle problematiche che caratterizzano il concetto di sostenibilità necessitano di azioni immediate, concrete ed in grado di operare su diverse scale. Non presupponendo necessariamente il ricorso a soluzioni particolarmente complesse o dall'elevato grado di innovazione sia dal punto di vista della tecnologia costruttiva che della progettazione, al netto forse dell'aspetto che riguarda le analisi energetiche dinamiche, l'approccio che all'interno di questa trattazione è identificato dallo slogan "Less is more green" può essere adottato ed implementato, in modo relativamente semplice, da progettisti e operatori del settore delle costruzioni attualmente in attività. Questo può rappresentare un contributo importante nella transizione verso un mondo e una società veramente sostenibile.

Il punto di vista adottato presuppone una scelta di campo basata sull'idea che la ricerca dell'essenzialità, intesa come produzione di utilità evitando il superfluo, non solo sia coerente con le istanze introdotte dalla sostenibilità, ma che sia elemento imprescindibile per garantire significato all'opera.

Uno dei nodi fondamentali introdotti dal paradigma della sostenibilità, che questo lavoro cerca di far emergere, riguarda l'impossibilità di scindere la valutazione della di-

mensione formale dell'opera da quella funzionale e degli impatti. Accanto ad una delle grandi costanti che accomuna tutte le epoche storiche, cioè che ciò che è scomodo o sgradevole non è destinato a durare a lungo, la contemporaneità ha introdotto un nuovo principio per il quale ciò che è troppo costoso non può più essere mantenuto. Quindi la semplice riduzione de tratti formali non è in alcun modo sinonimo di sostenibilità.

Durate la fase di ricerca ed analisi dei casi studio e dei porgetti da utilizzare all'interno della ricerca ho incontrato numerosi esempi di edifici che apparentemente presentavano le caratteristiche cercate, ma che, ad una attenta lettura, rivelavano un processo ideativo basato esclusivamente su istanze formali.

Questo evidenzia come nessun approccio, compreso quello oggetto di studio, sia immune da derive formaliste che nulla hanno a che fare con l'essenza e lo scopo ultimo del progetto e che rappresentano probabilmente uno dei più grandi ostacoli allo sviluppo di un'architettura veramente sostenibile.

Bibliografia

PREMESSA E STRUTTURA

testi:

Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura*, Lettera-Ventidue, Palermo, 2014

Finizio G., *Minimo & Sostenibile la città ha raggiunto la montagna, umanesimo disegnativo*, Skira, Milano, 2012

Saggio A., *Architettura e Modernità. Dal Bauhaus alla Rivoluzione Informatica*, Carocci editore, Roma, 2010

CAPITOLO 1 - SOSTENIBILE -

testi:

Appleton J., *Values in Sustainable Development*, Routledge Londra 2015

Bensa A., *Ethnologie & architetture: Nouméa Nouvelle-Caledonia*, Société nouvelle Alan Brio; Parigi, 2000

Chauliaguet C., *Solar Energy in Buildings*, Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey (USA), 1979

Ciani Scarnicci M. Marcelli A. Pinelli P. Romani A. Russo R., *Economia, ambiente e sviluppo sostenibile*, Franco Angeli editore, Roma, 2016

Crutzen P., *Benvenuti nell'Antropocene. L'uomo ha cambiato il clima, la Terra entra in una nuova era*, Mondadori, Milano, 2000

Davico L., *Sviluppo sostenibile. Le dimensioni sociali*, Carocci editore, Roma, 2004

Frampton K., *Storia dell'architettura moderna IV edizione*, Zanichelli, Bologna, 2017

Friedman Y., *L'architettura di sopravvivenza*, Bollati Boringhieri, Parigi, 1978

Gauzin-Muller D., *Architettura sostenibile. 29 esempi europei di edifici e insediamenti ad alta qualità ambientale*, Edizioni Ambiente, Gallarate 2007

Jabareen Y., *A new Concept framework for Sustainable Development*, Springer, Berlino 2008

Jodidio P., *Green Architecture*, Taschen, Colonia, 2018

Lanza A., *Lo sviluppo sostenibile (IV edizione)*, Società editrice il Mulino, Bologna, 2015

Lombardini G., *Visioni della sostenibilità: Politiche ambientali e strumenti di valutazione*, Franco Angeli Edizioni, Milano, 2016

Masica M., Mariani L. a cura di, *Ethics and climate change. Scenarios for justice and sustainability*, CLEUP, Padova, 2010

Minguzzi G. a cura di, *Architettura Sostenibile. Processo costruttivo e criteri biocompatibili*, Skira, Milano, 2006

Minguzzi G. a cura di, *Architettura Sostenibile. Una scelta responsabile per uno sviluppo equilibrato*, Skira, Milano, 2009

Rifkin J., *Economia all'idrogeno. La creazione del Worldeide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Mondadori, Milano, 2002

Roberts P., *Dopo il Petrolio. Sull'orlo di un mondo Pericoloso*, Einaudi, Torino, 2005

Rogers P. Jalal K. F. Boyd J. A., *An introduction to Sustainable Development*, Routledge Londra 2007

Rudofsky K., *Le meraviglie dell'architettura spontanea*, Editori Larerza, Bari, 1979

Yeang K., *The Green Skyscraper*, Prestel, Londra, 1999

siti internet:

<https://ec.europa.eu>

<https://grimshaw.global>

<https://www.architecture2030.org>

<https://www.eurosat-online.it>

<https://www.fosterandpartners.com>

<https://www.glenmurcuttfolio.com>

<https://www.ourworldindata.org>

<https://www.rpbw.com>

<https://www.thomasherzogarchitekten.de>

CAPITOLO 2 - MINIMO -

testi:

AA.VV., *Minimalismo Minimalism*, Gribaudo, Torino, 2003

Ambrose G. Harris P., *Il manuale del graphic design. Progettazione e Produzione* (II edizione), Zanichelli, Bo-

logna, 2017

Baker K., *Minimalismo. Andre, Beuys, Caro, De Maria, Flavin, Heizer, Judd, Le Witt, Morris, Nauman, Serra, Shapiro, Smith, Smithson, Stella*, Jaca Book, Milano, 1989

Bertoni F., *Architettura Minimalista*, La Biblioteca, Firenze, 2002

Bertoni F., *Design Minimalista*, La Biblioteca, Firenze, 2004

Bucchetti V., *Packaging design. Storia, linguaggio, progetto*, Franco Angeli Edizioni, Milano, 2018

Carrera A., *Filosofia del Minimalismo. La musica e il piacere della ripetizione*, Casa Musicale Eco, Monza, 2018

Castillo E., *Minimalism Design Source*, Harper Design International, New York (USA), 2004

Di Giacomo Giuseppe, *Malevic. Pittura e filosofia dall'astrattismo al minimalismo*, Carocci editore, Roma, 2014

Dorfles G., *Introduzione al disegno Industriale, Piccola biblioteca Einaudi*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 2001

Gelernter, D., *Machine Beauty: Elegance and the Heart of Technology*, Perseus Books, Cambridge (USA) 1998

Ghisalberti A., *Guglielmo di Ockham*, Università Cattolica editore, Milano, 1996

Giardiello P., *Smallness. Abitare al minimo*, CLEAN, Napoli, 2009

Judd D. William A.C., *Don Judd*, Whitney Museum of American Art, New York (USA), 1968

Klee P., *Teoria della forma e della figurazione*, Feltrinelli Editore, Milano, 1984

Lopez Amando N. Carlos C., *Quanto pesa il suo edificio Mr Foster?*, La Feltrinelli, Milano, 2013

Lovell S. Ive J., *Dieter Rams: as little design as possible*, Phaidon, Londra, 2011

Majer J. S., *Minimalism: Art and Polemics in the Sixties*, Yale University Press, New Haven, (USA) 2001

Mammarella A. Kurokawa K., *Wabi e Sabi. Oltre l'estetica del minimalismo giapponese*, Sala, Venezia, 2018

Marzona D., *Minimal Art*, Taschen, Colonia, 2007

May M.E., *The laws of subtraction: 6 simple rules for winning in the age of excess everything*, Mc-Grow Hill, New York (USA), 2013

Morris A., *John Pawson. Puro spazio*, Mondadori Electa, Milano, 2012.

Morris M., *Robert Morris*, The Corcoran Gallery of Art, Washington DC (USA), 1969

Munari M., *Da cosa nasce cosa. Appunti per una metodologia progettuale*, Editori Lateralza, Bari, 2017

Obendorf H., *Minimalism: Design Simplicity*, Springer Dordrecht, Heidelberg, 2001

Poli F., *Minimalismo, arte povera, arte concettuale*, Laterza, Roma, 2014

Sharp D., *Bauhaus*, Phaidon, Londra, 2002

Strickland S., *Minimalism Origins*, Indiana University Press Bloomington (USA), 2000

Tempel B., *Piet Mondrian. L'armonia perfetta*, Skira, Milano, 2011.

Tolley S., *MIN: The New Simplicity in Graphic Design*, Thames & Hudson, Londra, 2016

Herzog T., *Solar Energy in Architecture and urban Planning*, Prestel, New York (USA) 1996

Tschichold J., *Die Neue Typographie: Ein Handbuch für*

zeitgemäss Schaffende, Verl. des Bildungsverb, Berlin, 1928

Vitta M., *Il progetto della Bellezza. Il design fra arte tecnica dal 1851 a oggi*, Einaudi, Torino 2011

Zevi B., *Saper vedere l'architettura. Saggio sull'interpretazione spaziale dell'architettura*, Einaudi, Torino, 2009

articoli e papaer:

Lampugnani V. M., *L'essenza*, in Domus n. 741, settembre 1992

siti internet:

<https://bond-agency.com>

<https://bvd.se/>

<https://carloratti.com>

<https://cubesandmirrors.blogspot.com/>

<https://juddfoundation.org>

<https://sbandiu.com>

<https://theultralinx.com/>

<https://www.archdaily.com>

<https://www.barnettnewman.org>

<https://www.bauhaus-dessau.de>

<https://www.behance.net>

<https://www.campobaeza.com>

<https://www.fondazioneeluciofontana.it>

<https://www.grupotalca.cl>

<https://www.herzogdemeuron.com>

<https://www.moma.org>

<https://www.paulklee.net>

<https://www.piet-mondrian.org>

<https://www.ri-eg.com>

<https://www.rpbw.com>

<https://www.saatchigallery.com>

<https://www.stockholmdesignlab.se>

<https://www.wernersobek.de>

www.WahooArt.com

<https://www.zpk.org>

<https://umthor.tumblr.com>

CAPITOLO 3 - MINIMO E SOSTENIBILE -

testi:

AA.VV., *Constantin Brancusi nel XXI secolo. Nuovi studi*, Verso l'Arte Edizioni, Roma, 2010

Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura, Lettera-Ventidue*, Palermo, 2014

Finizio G., *Minimo & Sostenibile la città ha raggiunto la montagna, umanesimo disegnavivo*, Skira, Milano, 2012

Haward L., *Eco-minimalism - The Antidote to Eco-bling*, RIBA Publishing, Londra 2013

Hegger M. Fuch S. Stark T. Zeumer M., *Atlante della Sostenibilità e della efficienza energetica degli edifici*, Milano, Utet Scienze Tecniche, 2008

Maeda J., *The laws Simplicity: Design, Technology, Busin-*

nes, *Life*, MIT Press, Cambridge (USA), 2006

Ratti C. Claudel M., *La città di domani. Come le reti stanno cambiando il futuro urbano*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 2017

Ratti C., *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 2014

articoli e papaer:

Morini L., *Il concetto di «complessità»: contributo alla chiarificazione delle implicazioni filosofiche*, in NOEMIA n. 3, 2012

CAPITOLO 4 - PROGETTO SOSTENIBILE: 5 PUNTI -

testi:

AA. VV. *Teheran metro stations. Public Space Garden and Water. Progetti per Teheran*, cura di De Cesaris A. Osanloo, Aracne, Canterano, 2017

AA.VV., *Muse. Museo delle scienze. L'architettura del museo spiegata ai visitatori da Renzo Piano*, List, 2014
Battisti A., *Ambiente e Cultura dell'abitare: innovazione tecnologica e sostenibilità del costruito nella sperimentazione del progetto ambientale*, Dedalo, Roma, 2000

Augè M., *Che fine ha fatto il futuro? Dai non luoghi al non Tempo*, Elèuthera, Panama, 2009

Bauman H. Tillman A.M., *The Hitch Hiker's Guide To Lca: An oreintation in life cycle assessment methodology and application*, Professional Pub Service, Ottawa, 2004

Bere J., *An Introduction to Passive House*, RIBA Publishing, Londra, 2016

Biraghi M. Damiani G., *Le parole dell'Architettura. Un'antologia di testi teorici e critici: 1945 - 2000*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 2009

Bolzani M. Marzot N., *Architettura per un territorio sostenibile. Città e paesaggio tra innovazione tecnologia e tradizione*, Milano, Skira, 2010

Bovati M., *Il Clima come fondamento del progetto*, Christian Marinotti Edizioni, Milano, 2017

Bradaschia M. Modena M. Zilio A., *La costruzione tecnologica dell'architettura. Architettura, materiali, tecniche, costruzione, gestione, dismissione*, EUT Edizioni Università di Trieste, Trieste 2018

Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura*, Lettera-Ventidue, Palermo, 2014

Buchanan P., *The Shades of Green: Architecture and the*

Natural World, W W Norton & Co, New York (USA), 2006

Corner J. Diller E. Scofidio R.M., *The High Line*, Phaidon , New York, 2016

Cotterell J. Dadeby A., *The Passivhaus Handbook: A practical guide to constructing and retrofitting buildings for ultra-low energy performance*, Green Books, Cambridge, 2012

De Cesaris A., *Infrastrutture e Paesaggio Urbano 2*, Edilstampa, Roma, 2012

Feifer L. Imperadori M. Salvalai G. Brambilla A., *Active House: Smart Nearly Zero Energy Buildings*, Springer, Berlino, 2018

Foty A., *Parole e edifici. Un vocabolario per l'architettura moderna*, Pendragon, Bologna, 2005

Haward L., *Eco-minimalism - The Antidote to Eco-bling*, RIBA Publishing, Londra, 2013

Hegger M. Fuch S. Stark T. Zeumer M., *Atlante della Sostenibilità e della efficienza energetica degli edifici*, Utet Scienze Tecniche, Milano, 2008

Heinlein F. Sostmann M., *Werner Sobek: Light Works*, Avedition, Stuttgart, 2015

Heinlein F., *Aktivhaus B10 by Werner Sobek*, Avedition, Stuttgart, 2015

Heinlein F., *Residentials by Werner Sobek*, Avedition, Stuttgart, 2015

Hofmeister S., *Herzog & De Meuron: Architektur Und Baudetails / Architecture and Construction*, Detail, Monaco di Baviera, 2017

Kloppfer W., *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment*, Springer, Berlino, 2016

Mazria E., *The Passive Solar Energy Book: A complete guide to passive solar home, greenhouse, and building design*, Emmaus Pennsylvania, Rodale Press, 1979

Olgay V., *Design with Climate*, New Jersey, Princeton University Press, 1962

Owen D., *Green Metropolis. La città è più ecologica della campagna?*, Egea, Milano, 2010

Paredes Benitez C. Sanchez Vidiell A., *Small Eco Houses: Living Green in Style*, Universe Pub, New York, 2010

Piano R., *Giornale di bordo. Autobiografia per progetti (1966-2016)*, Passigli , Firenze, 2016

Ratti C. Claudel M., *La città di domani. Come le reti stan-*

no cambiando il futuro urbano, Einaudi Torino, 2017

Richardson P., *Nano House: Innovations for Small Dwellings*, Thames & Hudson, Londra, 2011

Riley T., *Emilio Ambasz: architettura & natura, design & artificio*, Electa, Milano, 2010

Rogers E. N., *Esperienza dell'architettura*, Skira, Milano, 1997

Sassi P., *Strategies for Sustainable Architecture*, Taylor & Francis, New York 2006

Till J. Schneider T., *Flexible Housing*, Routledge Architectural Press, New York (USA), 2007

Van Mensvoort K. Grievink H., *Next Nature - Nature changes along with us*, Actar Publishers, Barcellona, 2011

Zeiger M., *Tiny Houses*, Rizzoli Intl Pubns, New York 2008

articoli e papaer:

Bernstein F., *How green are Apple's carbon-sequestering trees really?*, The Architects Newspaper , Luglio 2017

Maier F., *MUSE - a Science Museum is the core of a regional development project in Italy*, in Detail n. 7/8, Lu-

glio 2013

Maier W., *Seullo 7017*, in Domus n. 1050, dicembre 2018

Megson K., *Architecture meets agriculture: Visitors to became digital farmers at Italy's food theme park*, in CLAD n. 1050, agosto 2016

Oriani R., *Il supermercato del futuro*, in Wired n. 1050, aprile 2014

Pfaffinger J., *Gemeindezentrum St. Gerolde*, in Mikado n. 2, 2010

Picon A., *Architecture and the virtual. Towards a new materiality in Praxis New Technologies New Architectures* n. 6, 2004

Shapiro G. F., *Osservare, muoversi e riunirsi: le funzioni dell'High Line*, in Domus n. 0948, giugno 2011

Velasco E. Roth M. Norford L. Molina L. T., *Does urban vegetation enhance carbon sequestration?*, in Landscape and Urban Planning, Volume 148, Aprile 2016

siti internet:

<https://carloratti.com>

<https://casabellaweb.eu>

<https://dsrny.com>

<https://marvelarchitects.com>

<https://passivhausprojekte.de>

<https://pedevilla.info>

<https://www.agenziacasaclima.it>

<https://www.archdaily.com>

<https://www.archidiap.com>

<https://www.biosphera2.com>

<https://www.caravatti.it>

<https://www.cn-architekten.at/en/>

<https://www.domusweb.it>

<https://www.haackhoepfner.de>

<https://www.herzogdemeuron.com>

<https://www.ilprogetto.it>

<https://www.johannes-naegele.at>

<https://www.kodasema.com>

<https://www.lindustriadellescostruzioni.it>

<https://www.mvrdv.nl>

<https://www.nextnature.net>

<https://www.raeng.org.uk>

<https://www.ri-eg.com>

<https://www.rpbw.com>

<https://www.stifter-bachmann.com>

<https://www.theplan.it>

<https://www.tyinarchitects.com>

<https://www.wernersobek.de>

CAPITOLO 5 - DIDATTICA E PROGETTO -

testi:

Bradaschia M., *La Costruzione dell'Architettura*, Lettera-

Ventidue, Palermo, 2014

May M. E., *The laws of subtraction. Six Simple Rules for Winning in the Age of Excess Everything*, McGraw-Hill Education, New York (USA), 2012

siti internet

<https://www.edx.org>