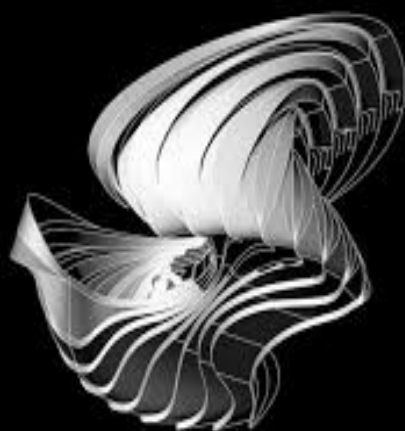


# BIOMIMETICA

tra architettura e design





Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca  
Alta Formazione Artistica Musicale e Coreutica



ACCADEMIA DI BELLE ARTI DI VENEZIA

TESINA DI PLASTICA ORNAMENTALE

Prof. Danilo Ciaramaglia

Titolo\_ **BIOMIMETICA\_TRA ARCHITETTURA E DESIGN** \_

Studente: Miriam Moroni

Matricola: 8991T

ANNO ACCADEMICO: 2019 / 2020

## Indice generale

1	INTRODUZIONE.....	5
2	L'ARCHITETTURA BIOMIMETICA.....	9
3	ESEMPI DI BIOMIMETICA IN ARCHITETTURA.....	12
3.1	ST MARY AXE.....	12
3.2	EDEN PROJECT.....	14
3.3	EASTGATE CENTER.....	16
3.4	QATAR CACTI BUILDING.....	18
3.5	SAHARA FOREST PROJECT.....	21
3.6	ZERO WASTE TEXTILE FACTORY.....	23
4	ESEMPI DI BIOMIMETICA NEL DESIGN.....	25
4.1	MATYS DESIGN.....	26
4.2	NERI OXMAN.....	33
5	CONCLUSIONI.....	36
6	SITOGRAFIA.....	37

# 1 INTRODUZIONE

L'architettura è oggi notevolmente mutata rispetto all'inizio della rivoluzione industriale; grazie ai progressi maturati in ambito tecnologico, è stato possibile individuare nuove prospettive nella relazione tra design e biologia: quest'ultima in particolare è oggi in grado di offrire nuovi percorsi di interpretazione della natura.

Con il tempo l'uomo ha progressivamente rimosso sé stesso dal mondo naturale, rinnegando la sua dipendenza da esso. Oggi il percorso si è invertito e la tendenza è quella di avvicinarsi nuovamente alla natura. Per il nostro benessere è fondamentale riscoprire il valore della natura, in tutti i suoi aspetti sostenibili, portandola nelle nostre città e nei suoi edifici. Il compito della Biomimetica è proprio questo: portare l'uomo a ristudiare il mondo naturale e animale non solo per riavvicinarsi ad esso, ma soprattutto per imitarlo nei suoi aspetti più straordinari.

Il termine "biomimesi" proviene dalle parole greche bios "vita e mimesi "imitare", una disciplina recente con un cuore antichissimo: "Negli Stati Uniti", racconta Santulli, "questa scienza si è strutturata solidamente come approccio negli ultimi quindici anni (il primo libro della Benyus, "Biomimicry : Innovation Inspired by Nature" è del 1997). In Europa, i principali centri di ricerca si trovano in Inghilterra, a Reading, Bath ed Exeter".

Ma l'idea di ispirarsi al grande libro della natura per trovare applicazioni scientifiche e tecnologiche è probabilmente connaturata all'uomo. Se gli antichi egizi modellavano il design delle colonne dei templi su quello delle palme, Leonardo studiava il volo degli uccelli per progettare le sue "macchine volanti".

In tempi più vicini a noi, la prima applicazione delle teorie biomimetiche fu il tetto del Crystal Palace di Londra la cui struttura, ultimata nel 1854, si ispirava a una pianta, la Victoria Amazonica, con l'idea di avere una struttura leggera e massimizzare l'insolazione.



Illustrazione 1: esemplare di Victoria Amazonica

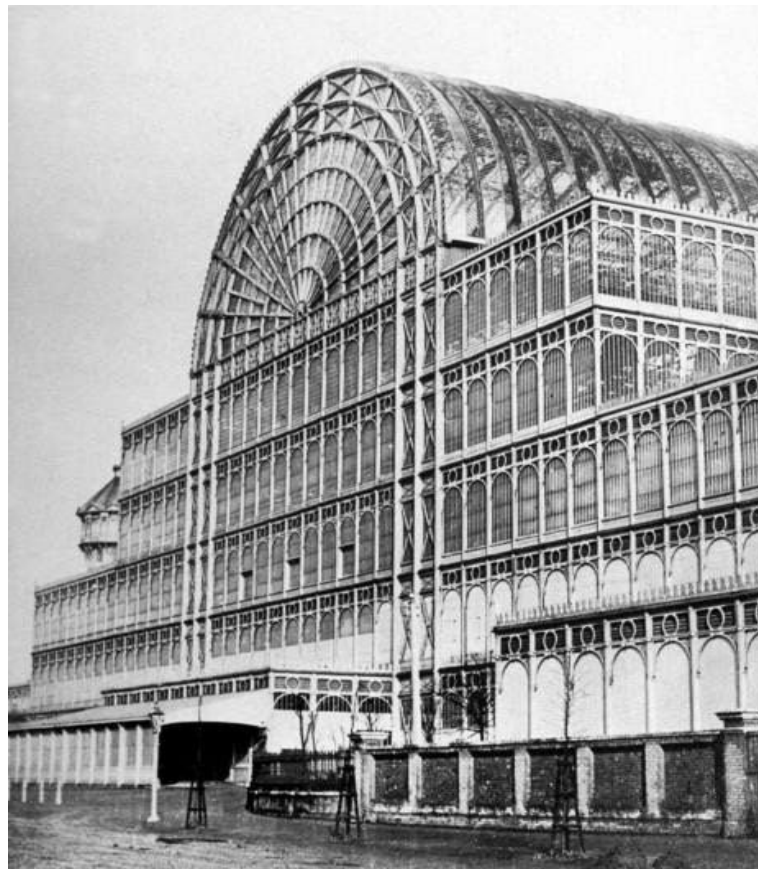


Illustrazione 2: Crystal Palace, Londra

Nel Novecento il caso di maggiore successo, anche sul piano commerciale, è quello del velcro, un sistema di chiusura a strappo che fu brevettato nel 1941 dall'ingegnere svizzero George de Mestral che fu affascinato dal sistema a uncini grazie a cui i fiori della bardana rimanevano impigliati negli indumenti

e nel pelo degli animali. Oltre al velcro tantissimi sono i prodotti biomimetici progettati, basti pensare al Lotusan, la vernice nata dagli studi del Botanico Barthlott sulla foglia del loto, la tuta di Fastskin Speedo, messo a punto osservando la struttura della pelle di squalo, al sistema di climatizzazione dell'**Eastgate Building** Zimbabwe ispirata al microclima costante dei termitai; e poi ancora gli adesivi strutturali sviluppati a partire dal Geco e dalle valve di alcuni molluschi, gli schermi piatti ispirati alle ali delle farfalle, i materiali idrorepellenti e idrofili come il guscio degli scarafaggi e infine le piccozze a forma di picchi.

La natura è quindi il laboratorio per eccellenza, una fucina dove l'evoluzione in milione di anni ha avuto modo di affinare le invenzioni più ardite; l'indagine biomimetica, oltre all'imitazione, mira a carpire il pensiero profondo della natura, per poi utilizzarlo come strumento di design. Dalle piante e dagli animali, dalle strategie sorprendenti che hanno affinato per la sopravvivenza anche in condizioni estreme, abbiamo tanto da imparare.

Così opera l'indagine biomimetica: inquadrare il problema, e cercare come in natura piante o animali lo hanno risolto.

Essa permette di ottenere un elevato livello di efficienza e integrazione con l'ambiente, perché le tecnologie bio-ispirate nascono dall'ecosistema stesso. Non è caso che i campo di applicazione siano molteplici: architettura, urbanistica, design ...

Janine Benyus, biologa, consulente per l'innovazione e presidente del Biomimicry Institute, afferma che **studiando gli ecosistemi, gli animali e i processi naturali, si può imparare come sopravvivere e creare condizioni ottimali per progredire nel rispetto dell'ambiente; la “cooperazione” è la regola fondamentale nel mondo della natura e la strategia da seguire per migliorare la qualità della vita.**

Con il presente lavoro si è voluto rivolgere l'attenzione alle principali progettazioni architettoniche eseguite secondo i concetti dell'architettura e del design biomimetici .

Per una documentazione il più possibile esaustiva, sono stati riportati alcuni esempi concreti di architetture e opere di design progettate da alcuni grandi ingegneri, architetti, scienziati ed artisti i quali collaborando assieme hanno cercato di dare alla luce opere brillanti e ingegnose.



## **2 L'ARCHITETTURA BIOMIMETICA**

Nell'architettura contemporanea la biomimetica ispirata agli animali e alla natura si inserisce come prosecuzione della bio-architettura e dell'architettura organica.

Essa cerca soluzioni per la sostenibilità in natura, non replicando le forme naturali, ma comprendendo le regole che governano quelle forme. È un approccio multidisciplinare al design sostenibile, che segue una serie di principi piuttosto che codici stilistici.

Questo modus operandi differisce però con quello delle altre discipline architettoniche biomorfiche:

La Bio-architettura per esempio, si presenta come pratica architettonica rispettosa dei principi della sostenibilità, ha l'obiettivo di instaurare un rapporto equilibrato tra l'ambiente e il costruito, soddisfacendo i bisogni delle attuali generazioni senza compromettere, con il consumo indiscriminato delle risorse, quello delle generazioni future.

Fine primario della bioarchitettura è dare all'edilizia un nuovo indirizzo rivolto al rispetto delle esigenze dell'ambiente. La Bio-architettura per esempio, si presenta come pratica architettonica rispettosa dei principi della sostenibilità, ha l'obiettivo di instaurare un rapporto equilibrato tra l'ambiente e il costruito, soddisfacendo i bisogni delle attuali generazioni senza compromettere, con il consumo indiscriminato delle risorse, quello delle generazioni future.

Fine primario della bioarchitettura è dare all'edilizia un nuovo indirizzo rivolto al rispetto delle esigenze dell'ambiente.

L'architettura organica invece utilizza forme geometriche ispirate alla natura del design e cerca di riconnettere l'uomo con ciò che lo circonda. Kendrick Bangs Kellogg, un architetto organico praticante, crede che "soprattutto, l'architettura organica dovrebbe costantemente ricordarci di non dare per scontato Madre Natura, lavorare con lei e permetterle di guidare la tua vita. Inibiscila, e l'umanità sarà il perdente. "

Ciò è in linea con un altro principio guida, ovvero che la forma dovrebbe seguire il flusso e non operare contro le forze dinamiche della natura. Gli architetti organici usano soluzioni artificiali con un'estetica ispirata alla natura per attirare l'attenzione sull'ambiente naturale.

L'architettura biomimetica va oltre l'uso della natura come ispirazione per le componenti estetiche della forma costruita, ma cerca invece di usare la natura per risolvere i problemi di funzionamento dell'edificio.

Invece di pensare all'edificio come una macchina per vivere, la biomimetica chiede agli architetti di pensare a un edificio come a un essere vivente per un essere vivente.

Le innovazioni architettoniche che rispondono all'architettura non devono assomigliare a una pianta o un animale. Laddove la forma è intrinseca alla funzione di un organismo, un edificio modellato sui processi di una forma di vita può finire per assomigliare anche all'organismo. L'architettura può emulare forme, funzioni e processi naturali.

Sebbene un concetto contemporaneo in un'era tecnologica, la biomimetica non comporta l'incorporazione di una tecnologia complessa nell'architettura.

In risposta ai precedenti movimenti architettonici l'architettura biomimetica si sforza di spostarsi verso aumenti radicali dell'efficienza delle risorse, lavorare in un modello a circuito chiuso piuttosto che lineare (lavorare in un ciclo chiuso che non ha bisogno di un costante apporto di risorse per funzionare) e fare affidamento sull'energia solare invece di combustibili fossili. L'approccio progettuale può funzionare dalla progettazione alla natura o dalla natura alla progettazione.

Progettare con la natura significa identificare un problema di progettazione e trovare un problema parallelo in natura per una soluzione. Un esempio di questo è l'auto bionica Daimlerchrysler che guardava al pesce box per costruire un corpo aereodinamico.

I designer iniziano con una specifica soluzione biologica in mente e la applicano al design.



Illustrazione 3: Menges Achim, *Hygroscope*, si trova in mostra permanente al Centre Pompidou di Parigi, dove sono state create due copie identiche rispettivamente inserite all'interno di due teche in vetro: una al cui interno sono riprodotte con esattezza le condizioni climatiche di Parigi; mentre nella seconda è riprodotto lo stesso microclima del museo in base all'umidità emanata dal numero di visitatori.

### 3 ESEMPI DI BIOMIMETICA IN ARCHITETTURA

La Biomimetica può funzionare su tre livelli: l'organismo, i suoi comportamenti e l'ecosistema.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di edifici o complessi architettonici che rispondono a queste tre categorie.

#### 3.1 *ST MARY AXE*

Data: 2003

Architetto: Norman Foster

Luogo: City di Londra, Inghilterra



Illustrazione 4: "The Gherkin"

Il 30 St Mary Axe è un edificio londinese che si trova nella City di Londra, è alto 180 metri (40 piani), ed è famoso per la sua particolare struttura, infatti è conosciuto come “The Gherkin” ossia il cetriolo.

Altri suoi nomi sono: “The Swiss Re Tower“, “Swiss Re Building“, “Swiss Re Centre“, che derivano dal proprietario ossia il gruppo assicurativo “Swiss Re”. Norman Foster e Ken Shttleworth sono i progettisti.

La costruzione è sorta dove prima si trovava il “Baltic Exchange”, una società che riguarda il mercato mondiale di moli marittimi e vendite di navi.

La struttura ha una pelle esagonale ispirata alla spugna del cesto di fiori di Venere. Questa spugna si trova in un ambiente sottomarino con forti correnti d'acqua e il suo esoscheletro simile a un reticolo e la sua forma rotonda aiutano a disperdere quegli stress sull'organismo.



Illustrazione 5: esempio di Euplectella aspergillum, altrimenti nota come "cestella di venere"

E' provvista anche di un sistema di ventilazione naturale, il che permette un consumo di energia notevolmente ridotto.

In esso vi sono stati costruiti uffici, ascensori e perfino un bar.

### 3.2 *EDEN PROJECT*

Data: 2001

Architetto: Grimshaw Architects

Luogo: Cornovaglia, Inghilterra



Illustrazione 6: foto del'Eden Project scattata dall'esterno

**L'Eden Project** è un complesso turistico in Cornovaglia nel sud-est del Regno Unito, a circa 2 km dalla cittadina di St Blazey e dalla città di St Austel , ricavato nello spazio interno di una ex-cava di kalonite , che oggi ospita al suo interno due delle più grandi biosfere al mondo.

La struttura di fatto consiste in una serie di biomi artificiali con cupole modellate su bolle di sapone e granuli di polline.



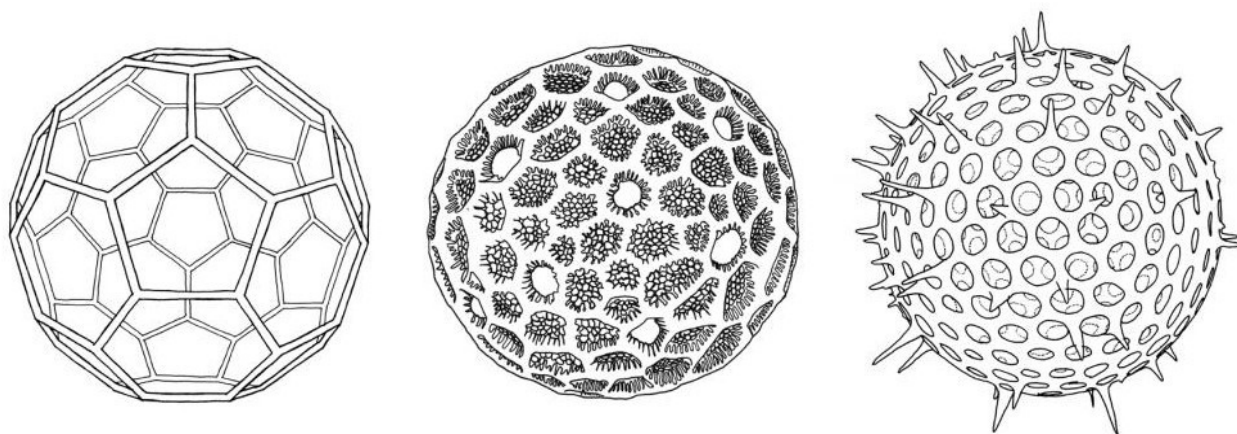


Illustrazione 7: modello della molecola del Carbonio nota come *Buckminster Fullerene* (a sinistra), un radiolare (micro organismo marino) e un grano di polline (destra): tre strutture presenti in natura fonte di ispirazione per l'Eden Project

Grimshaw Architects ha guardato alla natura per costruire una forma sferica efficace. Le bolle esagonali geodetiche risultanti gonfiate con aria sono state costruite in etilene tetrafluoroetilene, un materiale leggero e resistente. Ciò consente a rendere la sovrastruttura finale meno pesante dell'aria che contiene.

L'ETFE non solo è più leggero del 99% rispetto al vetro, ma è anche riciclabile, antiaderente e autopulente, con una durata di 25 anni.

### 3.3 *EASTGATE CENTER*

Data: 1996

Architetto: Mick Pearce

Luogo: Harare, Zimbabwe



Illustrazione 8: Eastgate Centre

Fu progettato dall'architetto Mick Pearce in collaborazione con gli ingegneri di Arup Associates.

E' un grande complesso di uffici e negozi ad Harare, nello Zimbabwe. Per ridurre al minimo i potenziali costi di regolazione della temperatura interna dell'edificio, Pearce guardò ai tumuli autoraffreddanti delle termiti africane.



L'edificio non ha aria condizionata o riscaldamento ma regola la sua temperatura con un sistema di raffreddamento passivo ispirato ai tumuli auto-raffreddanti delle termiti africane.



Illustrazione 9: esempio di termitaio africano

### 3.4 ***QATAR CACTI BUILDING***

Data:

Architetto: Bangkok Aesthetic Architects

Luogo: Qatar, Medio Oriente



Illustrazione 10: ricostruzioni virtuali del progetto

Il Qatar Cacti Building progettato da Bangkok Aesthetics Architects per il Ministro degli affari municipali e dell'agricoltura è un edificio progettato che utilizza il rapporto del cactus con il suo ambiente come modello per la costruzione nel deserto.

I processi funzionali silenziosi sul lavoro sono ispirati dal modo in cui i cactus si sostengono in un clima secco e torrido. Le tende da sole sulle finestre si aprono e si chiudono in risposta al calore, proprio come il cactus subisce la traspirazione durante la notte piuttosto che durante il giorno per trattenere l'acqua. Il progetto raggiunge il livello dell'ecosistema nella sua cupola botanica adiacente il cui sistema di gestione delle acque reflue segue i processi che conservano l'acqua e ha un output minimo di rifiuti. L'integrazione degli organismi viventi nella fase di degradazione delle acque reflue riduce al minimo la quantità di risorse energetiche esterne necessarie per svolgere questo compito. La cupola creerebbe uno spazio climatizzato e controllato che può essere utilizzato per la coltivazione di una fonte di cibo per i dipendenti.



Illustrazione 11: Qatar Cacti Building



### 3.5 *SAHARA FOREST PROJECT*

Data: 2012 (inizio progetto)

Architetto: Exploration Architecture

Luogo: Qatar, Medio Oriente



Illustrazione 12: Sahara Forest Project

Il Sahara Forest Project progettato dalla società Exploration Architecture è una serra che mira a fare affidamento solo sull'energia solare per funzionare come un sistema a zero rifiuti. Il progetto è a livello di ecosistema perché i suoi numerosi componenti lavorano insieme in un sistema ciclico.

Il progetto imita lo scarabeo del deserto della Namibia per combattere i cambiamenti climatici in un ambiente arido. Si basa sulla capacità dello scarabeo di autoregolarsi sulla sua temperatura corporea accumulando calore di giorno e raccogliendo gocce d'acqua che si formano sulle sue ali. La struttura della serra utilizza acqua salata per fornire raffreddamento evaporativo e umidificazione. L'aria evaporata si condensa in acqua dolce permettendo alla serra di rimanere riscaldata di notte. Questo sistema produce più acqua di quella necessaria per le piante interne, quindi l'eccesso viene versato per far crescere le piante circostanti. Le centrali solari funzionano dall'idea che le relazioni simbiotiche sono importanti in natura, raccolgono il sole e forniscono ombra per far crescere le piante. Il progetto è attualmente in fase pilota.



Illustrazione 13: scarabeo della Namibia

### 3.6 ***ZERO WASTE TEXTILE FACTORY***

Data: 2014

Architetto: Exploration Architecture di Micheal Pawlyn

Luogo: Nagpur, India



Illustrazione 14: Zero Waste Textile Factory, immagini digitali della progettazione

Exploration Architecture ha inoltre completato un'altra progettazione di una fabbrica sostenibile a Nagpur, in India, che mira ad affrontare sia le sfide umane che ambientali che affliggono l'industria tessile del paese. L'innovativo edificio dovrebbe ridurre radicalmente l'utilizzo di energia e acqua e l'obiettivo del team di progettazione è quello di creare una fabbrica a zero

rifiuti che sia anche un ambiente stimolante in cui lavorare. Il cliente di Exploration - Morarjee Textiles, che lavora quasi esclusivamente in cotone di alta qualità per i mercati esteri con una parte significativa della produzione stampata e tinta - è un pioniere del pensiero sostenibile e ha sfidato gli architetti a cambiare il paradigma delle fabbriche in India.

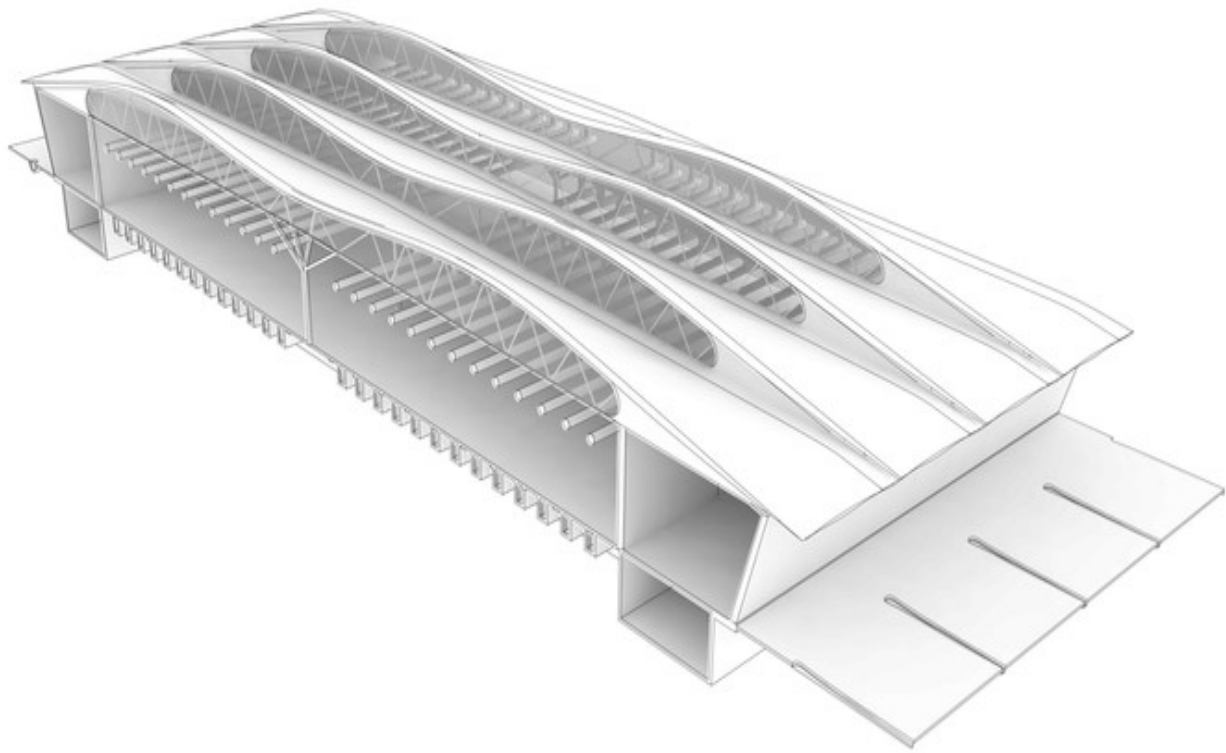


Illustrazione 15: disegno digitale della struttura

Per l'edificio stesso il team si è ispirato a esempi di strutture gerarchiche in biologia come la spugna di vetro Euplectella, che ha informato il design della struttura primaria (colonne e capriate in acciaio).



## 4 ESEMPI DI BIOMIMETICA NEL DESIGN

Anche nel campo del design la biomimesi ha riscosso grandi successi, il numero di espedienti biologici utili è potenzialmente illimitato ed è chiaro come i progettisti possano ricavare dalla natura sempre più proficui suggerimenti per realizzare dei prodotti artefatti.

Chi si è avvicinato a questa disciplina ha dato luce a dei prodotti che racchiudono funzionalità, bellezza e principi di sostenibilità.

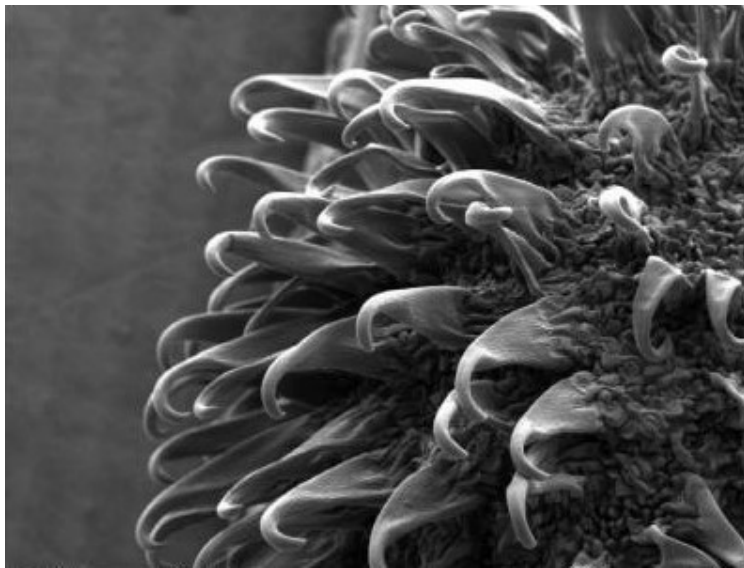


Illustrazione 16: Ingrandimento dell' *Arctium lappa*, una specie vegetale che è stato d'ispirazione per l'ormai onnipresente Velcro

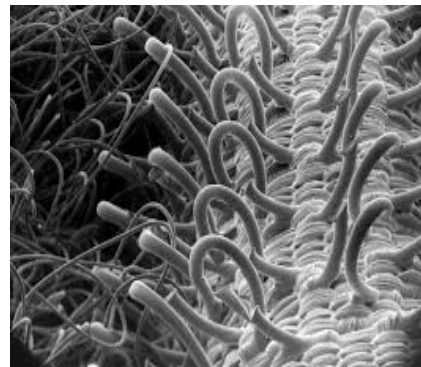


Illustrazione 17:  
ingrandimento del Velcro



Illustrazione 18:  
*Arctium lappa*,  
altrimenti detta  
"bardana maggiore"

#### 4.1 *MATYS DESIGN*

Matsys nato nel 2004, è uno studio di design dove sperimentano nuovi tipi di materiali e texture nell'ambito della Biomimetica, come ad esempio alcune strutture realizzate con aggregazioni di cellule-moduli a forma di esagono, a nido d'ape, che vengono classificate come geometrie Voronoi.



Illustrazione 19: Matsys Design, *Voronoi Morphologies*, 2005-2006

Questa ricerca, svolta presso l'Architectural Association (AA) di Londra, sviluppa il sistema a nido d'ape che si adatta a varie esigenze spaziali. Realizzate in gesso e tessuti elastici, queste strutture si prestano ad essere modellate a piacimento. Con l'aiuto di un software si inseriscono i dati fisici necessari a sviluppare la struttura, il software crea una nube di punti che poi vengono tradotti nelle cellule tridimensionali.

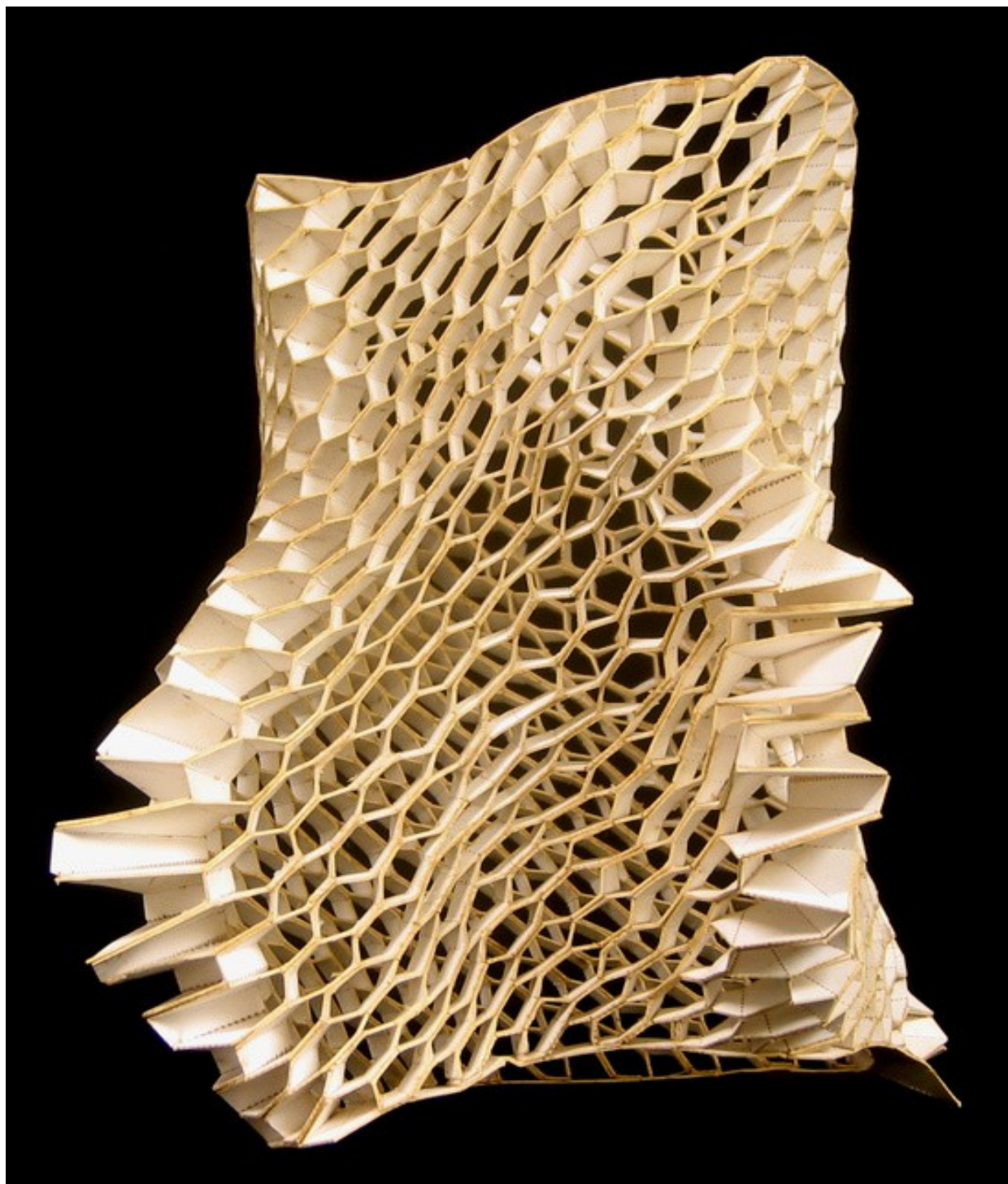


Illustrazione 20: Matsys Design, *Honeycomb Morphologies*, 2004



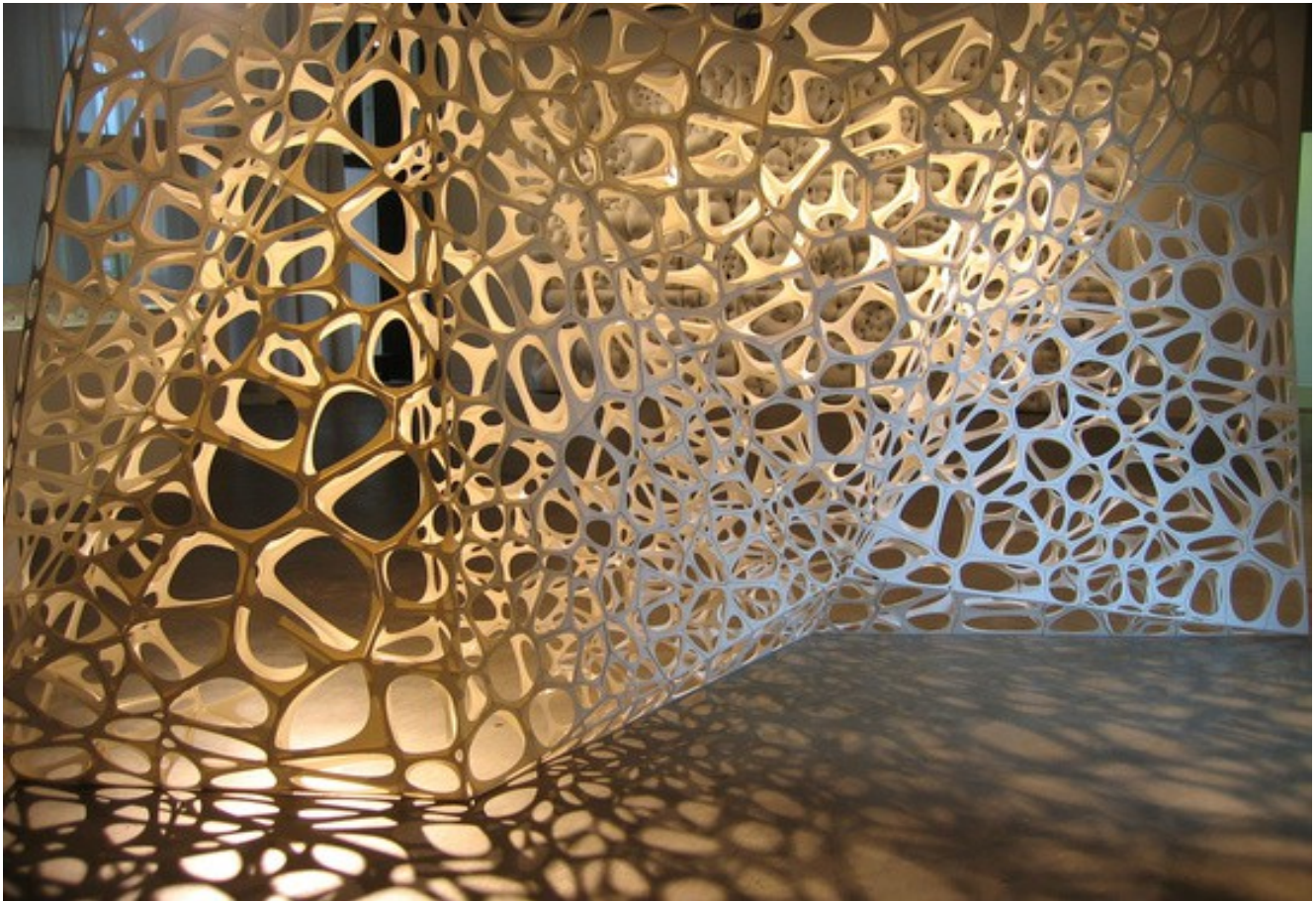
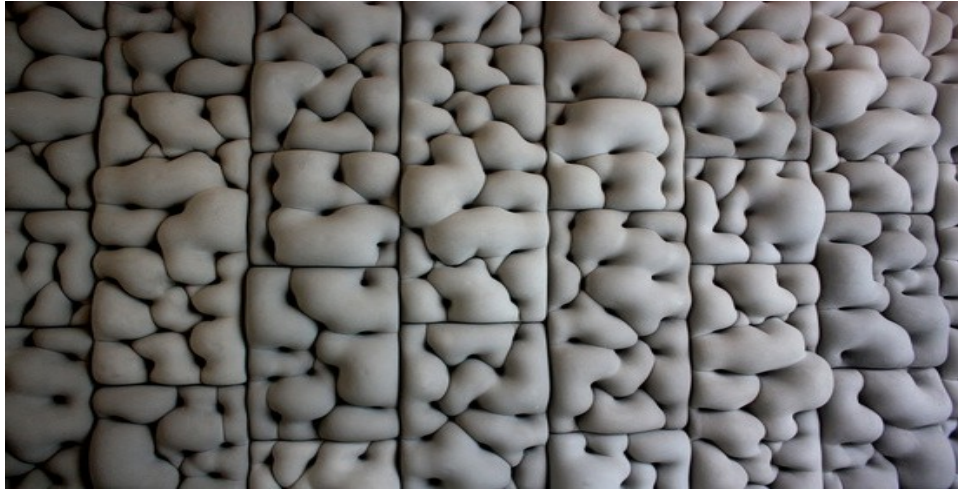


Illustrazione 21: Matsys Design, *C\_Wall*, 2006

C\_Wall è un esempio di aggregazione a nido d'ape. Anche in questo caso sono sperimentate le geometrie Voronoi, che qui sono utilizzate per tradurre e materializzare dati provenienti da simulazioni di particelle e dai dati dei punti base. Questi verranno trasformati in cellule tridimensionali, poi dispiegate in fogli bidimensionali e tagliate con tecnologia CNC, per poi essere riassemblate in dimensioni maggiori.



Illustrazione 22: Matsys Design, *P\_Wall*, 2013





P-Wall è realizzato con gesso e materiali elastici, per studiarne l'effetto acustico e quello visivo. Qui i punti base generati dal software hanno delimitato la posizione dei tasselli che delimitano l'elasticità delle cassaforme, in queste è stato colato il gesso, che si espande sotto il peso del liquido stesso, e così vengono create una serie di pannelli, dove il liquido colato si espande e prende la propria forma.

Nella realizzazione finale si notano le ombre prodotte dal muro che sono la scala dei grigi che il software aveva realizzato.

Un altro progetto interessante della Matsys Design è il lavoro realizzato nel 2012 durante un seminario tenuto da Marc Swackhamer presso la scuola di architettura dell'Università del Minnesota. Il workshop ha esplorato la progettazione e la fabbricazione di strutture a conchiglia. Ispirato al lavoro di designer come Guadi, Otto e Isler, il laboratorio ha esplorato il modo in cui gli strumenti digitali potevano essere utilizzati nella progettazione, simulazione e fabbricazione di una struttura a guscio sottile contemporanea.



Illustrazione 23: Matsys Design in collaborazione con la scuola di Architettura dell'Università del Minnesota, *Catalyst Hexshell*, 2012





## 4.2 *NERI OXMAN*

Eclettica designer israeliana e professoressa al MIT (Massachusetts Institute of Technology) Media Lab, ha sviluppato una serie di soluzioni innovative unendo biologia e tecnologia. Si va da tessuti organici che si adattano non solo alla forma del nostro corpo ma anche alla sua composizione fisiologica, realizzati, come la maggior parte dei lavori di Oxman, grazie a una stampante 3D che sfrutta l'innovativa tecnologia di Stratasys a triplo getto.

La stessa usata per progettare 'Gemini', una chaise longue che, grazie una particolare forma a guscio e una combinazione di 44 materiali digitali con diverse proprietà che riproducono i punti sensoriali del corpo umano, crea un habitat che rimanda al ventre materno.



*Illustrazione 24: Neri Oxman in collaborazione con il professore W. Craig Carter, Gemini, 2014*



Dalla serie “Wanderers”, alcune delle immagini del progetto realizzate con la stampa 3D multimateriale.



Illustrazione 25: Neri Oxman, *Mushtari*, 2014



Illustrazione 26: Neri Oxman, *Qama*, 2014

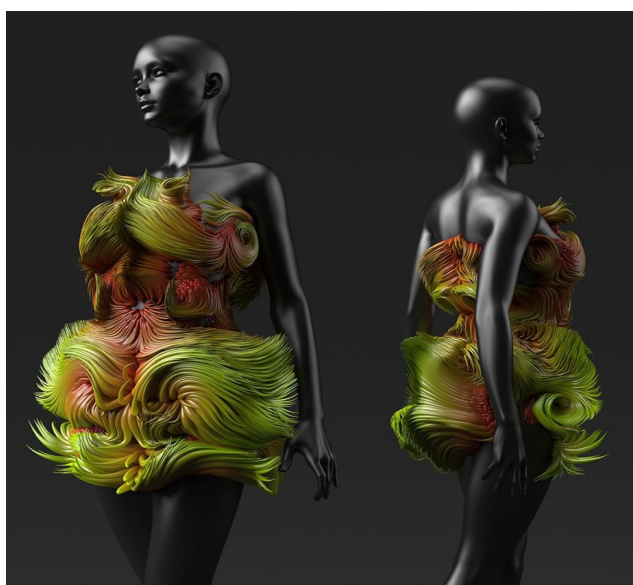


Illustrazione 27: Neri Oxman, *Zuhal*, 2014

## 5 CONCLUSIONI

Una delle distinzioni che è opportuno fare circa un'architettura biomimetica è che non è 'stilistica'.

La biomimicry (o biomimesi) implica soluzioni progettuali che mettono in gioco lo stesso tipo di ingegnosità che si può notare in natura, in molti organismi. In questo senso è per molti versi un approccio di impronta funzionalista, ma penso che permetta una ricchezza espressiva che è andata persa nelle forme riduttive dell'architettura funzionalista del XX secolo.

“Oggi sta diventando sempre più evidente che i problemi cruciali, problemi come energia, ambiente, cambiamento climatico, povertà, non possono essere compresi separatamente, sono problemi sistemici, interconnessi e interdipendenti.”

La complessità è il modello di interpretazione più adeguato, la complessità sarà un efficace modello di soluzione in diversi ambiti. In architettura, adottare un processo progettuale che imita alcuni aspetti del mondo biologico rappresenta un valido contributo alla composizione di progetti architettonici ricchi di connessioni con il contesto e con i materiali di cui è costituito, è un passo in più verso la definizione di un'architettura eco-sistemica, ovvero dell'elaborazione di sistemi architettonici sempre più connessi con l'ambiente circostante e quindi sempre più vicini ad un'idea ecologica.

Risolvendo questioni progettuali l'architettura (come il design) può emulare non semplicemente forme, ma soluzioni messe a punto dalla natura nel corso di milioni di anni.

## 6 SITOGRAFIA

<https://amedit.me/2016/04/05/architettura-biomimetica-ovvero-larte-della-bio-ispirazione/#>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Biomimesi>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Biomimetic architecture](https://en.wikipedia.org/wiki/Biomimetic_architecture)

<https://www.centodieci.it/2016/01/copiare-la-natura-per-progettare-un-mondo-migliore-il-fascino-della-biomimetica/>

<https://www.gliartigianauti.com/2012/03/11/biomimetica-la-natura-tra-arte-e-scienza/>

<https://www.matsys.design/>

<https://neri.media.mit.edu/>