

# Enneper Pavilion

La fabbricazione digitale tra utopia progettuale  
e pragmatica artigianale

**Amleto Picerno Ceraso** Medaarch, Mediterranean Fablab  
[amletocerno@gmail.com](mailto:amletocerno@gmail.com)

L'architettura e il design sono chiamati a rivedere dal profondo le possibilità, abilitate dal digitale, riguardanti la realizzazione dei manufatti.

Solo oggi il digitale disvela in questi ambiti l'immenso potenziale che porta con sé, lasciando il seminato delle sue prime speculazioni, per affermarsi come strumento d'indagine per nuove metodologie progettuali e pratiche costruttive. È possibile utilizzare un approccio computazionale alla progettazione che fa della fabbricazione digitale il link tra nuove possibilità compositive, migliori performance e bisogni antichi? Le esperienze progettuali che si presentano in questo articolo, come l'Enneper Pavilion, sono da intendersi come il prodotto di una ricerca che opera per ridefinire i margini di questa enorme sfida che appassiona progettisti di varie estrazioni e ambiti culturali.

*Fabbricazione digitale, Progettazione computazionale, Artigianato, Padiglione, Architettura*

Architecture and design are called to revise from the depth the possibilities, enabled by digital tools, regarding the realization of different artifacts.

Only today, in these areas, digital reveals its great potential, affirming itself as a tool for investigating new design methodologies and constructive practices. It is possible to use a computational approach to design that makes digital fabrication the link between new compositional possibilities, better performance and ancient needs? The design experiences that appear in this article, such as the Enneper Pavilion, are intended as a product of a research that redefines the margins of this huge challenge that inspires designers from various extras and cultural ambitions.

*Digital fabrication, Computational design, Craft, pavilion, Architecture*

Cogliere lo spirito del tempo, lo *Zeitgeist*, così come inteso da Hegel nel suo saggio *Lezioni sulla filosofia della storia* (Hegel, 1840), è una delle aspirazioni più alte a cui ogni professionista fa tendere il proprio lavoro e le pratiche a esso legate.

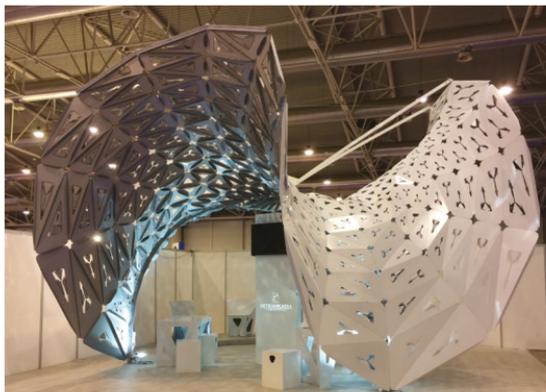
Ovunque esso si nasconda al giorno d'oggi, e con tutte le dovute cautele, sembra emergere una strada, quella del digitale, che inevitabilmente va battuta affinché barlumi di quello Spirito possano affiorare. L'architettura, il design, le pratiche costruttive a loro conseguenti e i professionisti coinvolti lungo tutto il processo sono chiamati a rivedere dal profondo le possibilità alle quali il digitale stesso ha dischiuso la realizzazione di differenti manufatti. Il suo impatto in architettura sta, solo oggi, mostrando l'immenso potenziale che porta con sé, evolvendo le sue prime speculazioni più concettuali, per affermarsi come strumento d'indagine di nuovi approcci e pratiche.

### **Nuove prospettive del digitale fra design e architettura**

Essendo il concetto di digitale annoverato nell'ambito delle tecnologie, anche per esso si attua quel mutamento per cui a un significativo aumento di aspetti quantitativi – in questo caso riferiti alla potenza di calcolo – se ne produce uno di tipo qualitativo riguardante il fine per cui la tecnologia è stata creata. Il mezzo travalica il fine e l'obiettivo per cui è nata la tecnologia stessa si trasmuta da strumento ad ambiente. Questa modificazione si è riversata nei due ambiti legati alle discipline citate: uno riguardante l'aspetto progettuale e l'altro che concerne le possibilità realizzative, attuando un riavvicinamento dei due ambiti che ne fa già ora intravedere nuovi margini d'azione e che, probabilmente, produrrà in futuro la nascita di una figura professionale ibrida, e per alcuni aspetti già delineata. Una figura artigianale nuova capace di essere sintesi di tutti gli aspetti legati al digitale in design e in architettura. Si è scelto di descrivere nel dettaglio l'opera realizzata dalla Medaarch e dal suo Mediterranean FabLab, in maniera da non slegare l'aspetto progettuale da quello sperimentale a quello realizzativo, proprio perché è nella loro fusione che si è raggiunta la realizzazione di Enneper Pavilion. Importante però, prima di citare i suddetti esempi, è tracciare in maniera separata le modalità con cui il digitale interviene in ambito progettuale e quelle in cui lo fa per la fabbricazione, così da penetrare fino in fondo quali sono i modi in cui si ottiene la sintesi sopra citata.

### **Quando e come il design interviene nella progettazione**

Per quel che riguarda l'approccio alla progettazione di manufatti, i sistemi CAD ormai hanno perso il loro carat-



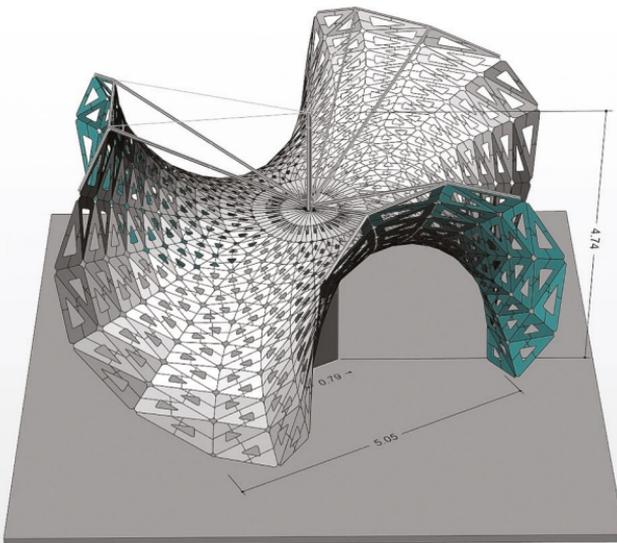
tere di “aiuto” al disegno e, attraverso tale eliminazione, si è giunti a identificare nell’acronimo CD (che sta per Computational Design) quelle pratiche progettuali possibili grazie all’uso di tale strumento. Infatti, sia per quel che concerne l’approccio parametrico gestito da software visuali di manipolazione delle informazioni attraverso algoritmi, come ad esempio Grasshopper [1], sia per quanto riguarda l’approccio generativo effettuato attraverso lo stesso Grasshopper (in un utilizzo spinto o con software più propriamente adatti alla gestione di un grande quantitativo di informazioni, con cui si attua un tipo di programmazione orientata agli oggetti [2]) si è di fronte a strumenti che non potrebbero essere sostituiti da una versione “analogica” degli stessi, così come invece accadeva con strumenti CAD.

Proprio nella programmazione orientata agli oggetti per il design generativo, messa in pratica a esempio attraverso Processing [3], si attua quel principio emulativo in ambito computazionale con cui si realizza appieno l’utilizzo degli strumenti digitali intesi come mezzo di indagine in ambito progettuale. Precise informazioni da attribuire a enormi quantità di oggetti – intesi come elementi generici (punti, linee, sfere, geometrie), in modo da definirne caratteristiche proprie e comportamentali all’interno di un ambiente di cui possiamo precisare dimensioni, caratteristiche puntuali e relazionali – permettono a esempio di emulare le dinamiche di sistemi complessi come i c.a.s. (sistemi complessi adattivi [4]), che evolvono e organizzano la materia di cui dispongono in determinate condizioni.

Tale studio ci porta alla generazione di forme che sono il risultato di un continuo ciclo di negoziazioni tra istanze informative in continua evoluzione. Ciò avviene in modo simile ai processi che mettono in essere gli sciami di api

per la costruzione del proprio alveare. Tale struttura, dotata di performance qualitative altissime non ha un disegno predeterminato ed è plausibile l'ipotesi che essa venga generata da un continuo scambio di informazioni tra gli agenti all'interno dello sciame e le condizioni dell'ambiente esterno. Si realizza così un programma biologico, una routine che dona la capacità a tutto il sistema di adattare e coordinare, in tempo reale, le proprie attività, comprese quelle costruttive. L'alveare, nella sua risposta formale e funzionale posta in essere dalle api, è frutto di un complesso sistema che agisce a livello locale attraverso regole semplici, reiterate per un numero elevatissimo di volte capaci di produrre un risultato che, nella sua qualità, è più articolato e performante della somma delle singole informazioni scambiate puntualmente dalle stesse api. Questi risultati sono tipici all'interno dei sistemi complessi e vengono chiamati "comportamenti emergenti". Non esiste un'ape architetto, bensì le caratteristiche di tutto il sistema complesso "sciame" con le quali esso comunica, vive e organizza le proprie attività, permettono la nascita di una risposta "ambientale" (intesa nella duplice veste di relazione e modificazione dello spazio in cui la api vivono) che si manifesta attraverso la costruzione di un alveare. Sistemi computazionali che emulano comportamenti su descritti, trovano applicazione nella generazione di forme le quali seguono un processo progettuale cosiddetto *bot-*

02  
Modello digitale  
tridimensionale



*tom-up*, contrapposto a quello *top down* in cui la forma è in qualche modo pre-fornita.

Alla luce delle possibilità che un tale approccio computazionale offre all'ambito del progetto architettonico e di design, sembra una naturale conseguenza lo spostamento di alcuni paradigmi progettuali verso temi conosciuti, come quello della natura, o verso pratiche note come quella del *form-finding*, ma esercitate con un'attenzione non più concentrata solo sul prodotto finale, bensì focalizzata maggiormente sui processi capaci di generare non un singolo risultato, ma una famiglia allargata di possibili prodotti, un cultura fenotipica all'interno di un genotipo.

### **Digital Fabrication: design, materiali e processo**

Per quel che concerne, invece, l'impatto del digitale sulle pratiche costruttive e sulle tecniche manifatturiere in generale, esso comprende tutte le attività che vanno sotto il nome di *digital fabrication*.

In particolare la fabbricazione attraverso l'uso di macchine a controllo numerico, sempre più preformanti e flessibili, da un lato abilita alla realizzazione di morfologie che altrimenti sarebbero restaste solo in versione bidimensionale, dall'altro sprona l'approccio progettuale verso la massimizzazione delle potenzialità lavorative delle stesse macchine. L'aspetto interessante di questo approccio è legato al fatto che le suddette potenzialità non riguardano solo tecnologie nuove, come a esempio la stampa 3D, ma sono allargate a tutta la gamma di lavorazioni che potrebbero essere attuate attraverso l'uso del digitale.

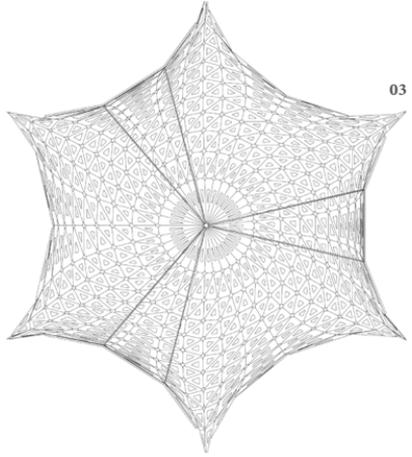
Come spiega Neil Gershenfeld, direttore del Center for Bits and Atoms del MIT: «Il futuro è trasformare i dati nelle cose, e non è né un sistema additivo né sottrattivo. Nel 1952 è stato collegato il primo computer a una fresatrice. Quello che si è sviluppato dal 1952 in avanti è una rivoluzione digitale nel fare le cose» (Gershenfeld, 2005, p. 43). Per Gershenfeld, la vera rivoluzione della fabbricazione è molto più profonda: consiste nell'aggiungere programmabilità al mondo fisico. In un esempio per esplicitare questo concetto, egli ha suggerito di confrontare le prestazioni di una stampante 3D a un bambino che assembla costruzioni Lego. L'assemblaggio della costruzione da parte del bambino sarà più accurato rispetto alle capacità motorie dello stesso, in quanto i pezzi sono progettati per montarsi insieme in allineamento. Il processo di stampa 3D, invece, accumula errori magari a causa di un'adesione imperfetta negli strati inferiori. Una materia capace di essere programmata, funzionerebbe come i mattoni della Lego.

Neil Gershenfeld ha spiegato come il sistema di costruzione della Lego rappresenti la digitalizzazione del materiale,

03

Modello digitale: vista dall'alto

03

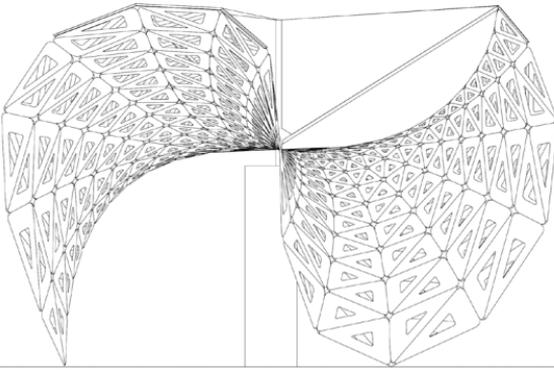


04

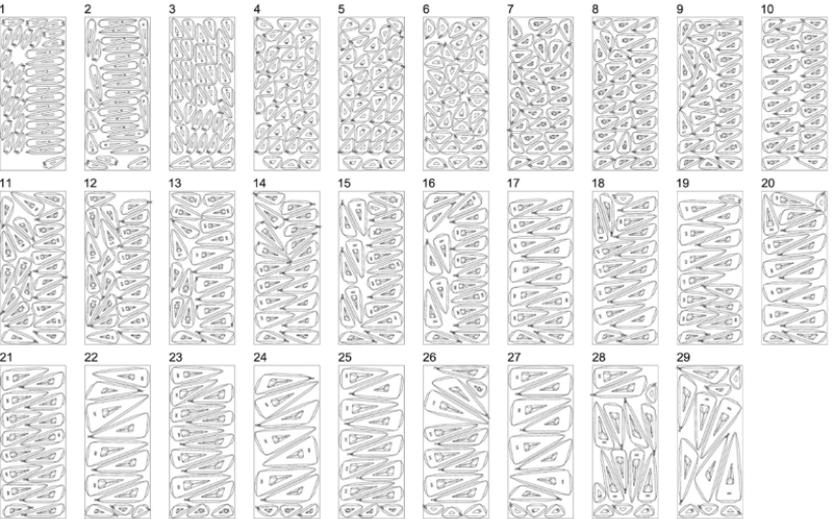
Modello digitale: vista frontale

05

Nesting degli elementi in Alucobond per il taglio



04



05

mentre la stampa 3D è ancora un processo analogico che attinge a strumenti digitali e, proprio come è stato fatto con i Lego, risulta necessario cominciare a digitalizzare la fabbricazione imparando a programmare la crescita dei materiali in modo che «il codice sia immesso in loro e non li descriva solamente, ma diventi esso stesso materiale» (Gershenfeld, 2005).

«La fabbricazione digitale è digitalizzare non solo la fabbricazione ma il design, i materiali e il processo» (Solon, 2013, p. 51). Essa è, quindi, un processo di più lavorazioni che usa strumenti digitali per programmare la materia a diverse scale, indirizzato a ottenere un manufatto dalle prestazioni più elevate.

Il fine ultimo, sia dell'approccio progettuale legato al computational design, sia delle pratiche di fabbricazione digitale, risiede quindi nella possibilità di informare la materia, di renderla programmabile, di progettare non più il prodotto ma il processo e gli strumenti che portano all'aggregazione della materia in differenti stati e che può avvenire a più scale, da quella molecolare a quella macroscopica, con materiali che a oggi non sono considerati propri delle discipline sopra citate, ma che in futuro saranno sempre più vicini a quelli "vivi".

### **L'Enneper Pavilion: un approccio alla digital fabrication**

All'interno della sperimentazione che la Medaarch e il Mediterranean FabLab hanno sviluppato, è proprio la fabbricazione digitale a creare un loop tra la tensione progettuale e i limiti della materia. Una delle ultime realizzazioni portate avanti dal primo FabLab del Sud Italia è l'Enneper Pavilion, un padiglione commissionato da Artigiancassa Gruppo BNP Paribas in occasione della Maker Faire Rome 2016 [5].

La superficie di Enneper [fig. 01] [fig. 02], in geometria e in matematica, è una superficie che può essere descritta in forma parametrica e la sua peculiarità è quella di avere, in ogni suo punto, una curvatura media pari a zero; pertanto, rientra nella famiglia delle Superfici Minime. In

06  
Struttura  
di supporto

07  
Fasi di  
assemblaggio  
degli elementi  
in Alucobond

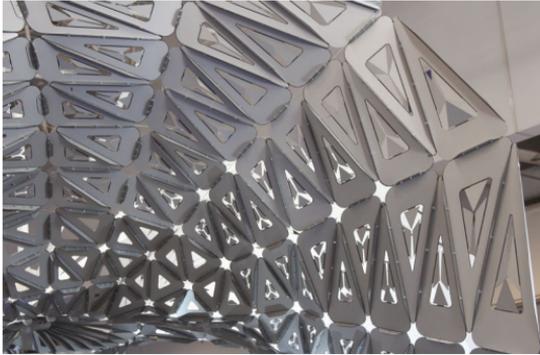


06



07

08



08  
Particolare  
della superficie  
interna

09  
Visione  
di dettaglio

09



architettura le superfici minime sono state utilizzate per realizzare opere mirabili, basti pensare a Eero Saarinen per il TWA Terminal, o Sergio Musmeci per il Ponte sul Basento. Grazie agli spazi articolati dalle superfici minime, gli architetti hanno potuto lavorare sulla sperimentazione di membrane portanti capaci di risolvere in uno “spazio minimo” la connessione di forme libere.

Per la realizzazione dell'Enneper Pavilion [fig. 03], la Medaarch ha progettato e creato un'area espositiva che si sviluppasse come connessione interna a una curva di bordo chiusa nello spazio. Una superficie minima che potesse dare risposta, nella sua continuità geometrica, sia agli spazi d'accoglienza, sia alle zone riservate per incontri privati, così come richiesto dalla committenza. Le esigenze espresse dal cliente hanno portato all'individuazione di uno schema funzionale racchiuso in una curva circolare, che contenesse tre zone per gli incontri privati e tre ingressi al padiglione. La stessa curva è stata, poi, dimensionata ottenendo un cerchio piano di 9 m di diametro.

Per il disegno della curva perimetrale chiusa nello spazio, sulla quale sviluppare la superficie minima, è stato diviso il cerchio in sei parti uguali spostando una metà delle stesse di 2,5 m verso l'alto e l'altra metà di ulteriori 2,5 m verso il basso. Le parti sono state, poi, raccordate in modo da ricostruire la continuità geometrica. La curva, infine, è stata rastremata verso l'alto, per aumentarne la tensione verticale; su tale curva è stata sviluppata una superficie minima successivamente discretizzata e planarizzata in seicento pannelli triangolari [fig. 04].

Le dimensioni e il conseguente numero dei pannelli triangolari che compongono la superficie, tengono conto sia di fattori estetici, utili per conferire morbidezza all'intera forma, sia di fattori strutturali, relativi al possibile sbandamento planare delle superfici, sia di fattori costruttivi, inerenti le dimensioni massime delle comuni macchine di fresatura CNC [fig. 05].

Il materiale scelto per la costruzione del padiglione è il Dibond, un sandwich di alluminio-plastica-alluminio dello spessore totale di 3 mm. Il Dibond conferisce alla struttura leggerezza e, al contempo, rigidità planare; inoltre, la capacità di questo materiale di mantenere la forma una volta piegato, è stata utilizzata per realizzare un sistema di alettatura perimetrale che ha fatto da alloggiamento per la bulleria di fissaggio dei diversi pannelli. La fase di lavorazione ha visto l'utilizzo di 60 mq di Dibond e più di 100 ore di utilizzo macchina.

Dato l'esiguo spessore del materiale, è stata progettata una struttura di sostegno in acciaio [fig. 06] che ha un solo punto di aggancio a terra (nella parte centrale della superficie) e tre stralli che si ancorano alle parti del padiglione configurandone l'ingresso [fig. 07].

Ciascun pannello triangolare è stato svuotato al suo interno per aumentare il senso di leggerezza e trasparenza dell'intera struttura espositiva. Il padiglione è stato, poi, dotato di un sistema domotico capace di movimentare le alette interne ricavate grazie alla suddetta azione di alleggerimento di ciascun pannello triangolare [fig. 08] [fig. 09]. L'utilizzo di schede per la prototipazione elettronica, di sensoristica e di attuatori lineari, ha permesso la movimentazione di alcune parti della struttura in relazione alla presenza dei visitatori.

Gli arredi, anch'essi in Dibond, seguono la stessa logica della progettazione del padiglione, che ricava l'oggetto a partire da una lastra piana di materiale per poi arrivare alla forma finale attraverso successive piegature [fig. 10].

Gli strumenti per la progettazione, la verifica e la fabbricazione della struttura del padiglione realizzato per Artigiancassa Gruppo BNP Paribas, fanno parte di quella



10

famiglia di software utilizzati per un approccio computazionale al design.

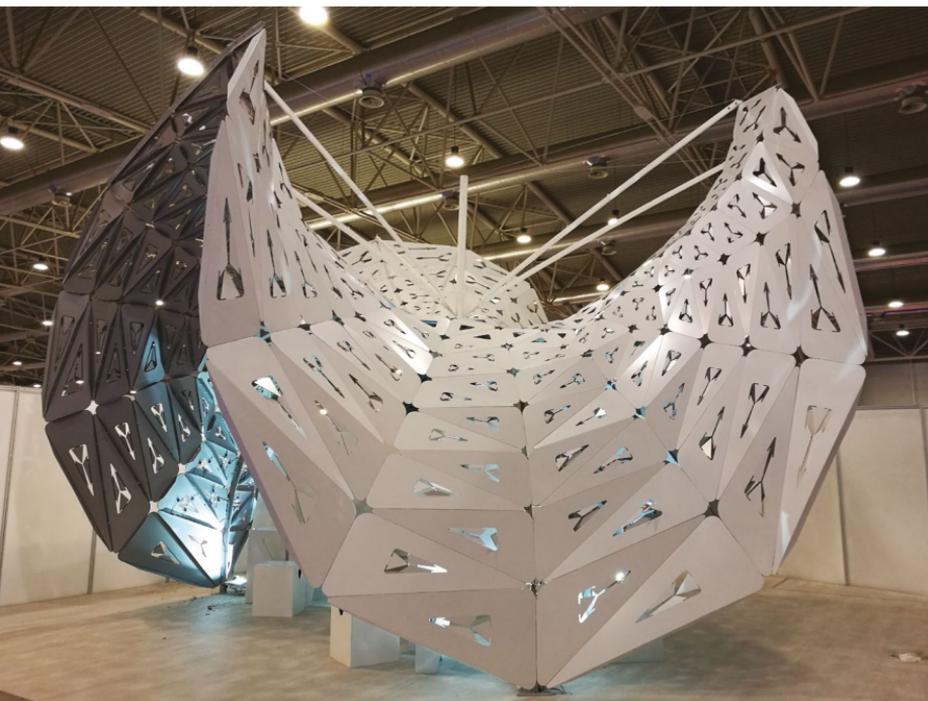
Interessante è stato verificare come l'utilizzo di questi tools è stato costantemente accompagnato da un approccio artigiano che ha operato con le più classiche (ma altrettanto efficaci) tecnologie per la realizzazione di apparati architettonici. Gli arredi e la struttura del Padiglione Enneper hanno dato vita a un'esperienza espositiva innovativa e unica, che il pubblico e la committenza hanno potuto apprezzare all'interno di uno spazio elegante, leggero e dalle forme ardite [fig. 11].

10  
Sistema per  
l'ospitalità

#### NOTE

[1] Grasshopper è uno dei più potenti strumenti parametrici per la generazione e il controllo di forme complesse a qualsiasi scala: dall'architettura al design. Distribuito gratuitamente come plug-in di Rhinoceros, Grasshopper è in grado di generare forme tridimensionali complesse attraverso la definizione di un diagramma a nodi che descrive le relazioni tra le parti (logica associativa) di un qualsiasi progetto.

[2] La programmazione orientata agli oggetti (OOP, Object Oriented Programming) è un paradigma di programmazione che permette di definire oggetti software in grado di interagire reciprocamente attraverso lo scambio di messaggi.



11

[3] Processing è un linguaggio di programmazione che consente di sviluppare diverse applicazioni come giochi, animazioni e contenuti interattivi. Eredita la sintassi, i comandi e il paradigma di programmazione orientata agli oggetti dal linguaggio Java aggiungendo numerose funzioni di alto livello per gestire facilmente gli aspetti grafici e multimediali. È distribuito sotto la licenza libera GNU General Public License ed è supportato dai sistemi operativi Linux, Mac OS X e Microsoft Windows. Processing può interagire con la scheda Arduino.

[4] I Sistemi adattivi complessi sono una "raccolta macroscopica complessa" di "microstrutture simili e parzialmente connesse tra di loro", formate in modo da adattarsi all'ambiente che cambia, aumentando la sua capacità di sopravvivenza come macrostruttura. Essi sono complessi in quanto sono reti dinamiche di interazione; le loro relazioni non sono aggregazioni delle singole entità statiche; adattivi in quanto il comportamento individuale e collettivo muta e si auto-organizza rispetto al cambiamento del micro-evento o dell'insieme di eventi.

[5] Enneper Pavilion è un progetto di Medaarch s.r.l. s.t.p. – Mediterranean Fablab. Designed by: Ing. Gianpiero Picerno Ceraso, Arch. Amleto Picerno Ceraso; Arch. Giuseppe Luciano. Progettazione elettronica per la domotica: D.RE.A.M. FabLab, Città della Scienza. Building by: Salvatore Bisogno s.n.c. Comunicazione, immagini e coordinamento Enneper Pavilion: Dott.ssa Francesca Luciano.

11  
Enneper pavilion:  
vista frontale

## REFERENCES

- Hegel Friederich, *Vorlesungen über die Philosophie der Geschichte*, **1840** (tr. it. *Lezioni sulla filosofia della storia*, Bari-Roma, Laterza, 2010, pp. 514).
- Frazer John, *An Evolutionary Architecture*, Londra, Architectural Association, **1995**, pp. 127.
- Benyus Janine M., *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, New York, William Morrow & Co., **1997**, pp. 308.
- Tsui Eugene, *Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design*, New York, John Wiley, **1999**, pp. 342.
- Weinstock Michael, "Morphogenesis and the Mathematics of Emergence", *Architectural Design*, vol. 74. Part. 3, **2004**, pp. 10-17.
- Gershenfeld Neil, *Fab. Dal personal computer al personal fabbricatore*, Torino, Codice Edizioni, **2005**, pp. 253.
- Reiser Jesse, Umemoto Nanako, *Atlas of Nouvel Tectonics*, New York, Princeton Architectural Press, **2006**, pp 261.
- Steadman Phillip, *The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and the Applied Arts*, New York-Londra, Routledge, **2008**, pp. 302.
- Lloyd Andreas, *Bootstrapping Complexity*, Distributed with permission under a Creative Commons license, **2009**, pp. 155.
- Herreman JuliaWalter, *FABLAB of a machine makers and inventors*, Wetzlar, Maiuskel Medienproduktion, **2013**, pp. 261.
- Solon Olivia, "Digital fabrication is so much more than 3D printing", 2013 <http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-03/13/digital-fabrication> [maggio 2017]
- [http://www.arturotedeschi.com/wordpress/?page\\_id=4559#sthash.emmR3RLJ.dpu](http://www.arturotedeschi.com/wordpress/?page_id=4559#sthash.emmR3RLJ.dpu) [maggio 2017]