

DESIGN PARAMETRICO E ARCHITETTURA SOTTOVUOTO :

S.E.T.S. un oggetto reversibile e cinematografico, padiglione di primo riparo, ma non solo. Uno studio del DARC di Catania

MICHELE VERSACI, VINCENZO SAPIENZA

Un padiglione è l'esempio più alto di prototipazione, principale attività di apprendimento e sperimentazione, il cui prominente ruolo nell'affermazione dell'architettura moderna ha insegnato ad apprendere tramite la simulazione fisica, sperimentazioni e scoperte casuali piuttosto che attraverso l'attenzione e il rigore ai principi architettonici. Il prototipo, micro-architettura per antonomasia, è quindi la massima espressione della ricerca progettuale architettonica. Intesa come indagine nel processo di progettazione, essa consiste nell'esplorare e oltrepassare i confini disciplinari grazie soprattutto ai nuovi sviluppi tecnologici, che recepiti e assimilati possono produrre approcci innovativi per le future sfide sociali, politiche e ambientali.

La Palette House (immagini a destra) di A.C.Schnetzer e G.Pils, studenti di Vienna, è stata esposta alla Biennale di Venezia del 2008. Realizzata con 800 euro-palette, può essere costruita ovunque, grazie alla flessibilità e alle dimensioni dei moduli.

Tra i vari progetti sviluppati con l'utilizzo di un controllo digitale: nell'immagine in basso la funicolare Nordpark a Innsbruck di Zaha Hadid.



Nella pagina a fianco, in basso il Mercedes-Benz Museum di UNStudio a Stoccarda; il Serpentine Gallery Pavilion del 2002, di Toyo Ito e Cecil Balmond; il Zentrum Paul Klee di Berna, di Renzo Piano.



MODULO PAROLE CHIAVE

PROGETTAZIONE PARAMETRICA · MODELLAZIONE ALGORITMICA · **S.E.T.S SELF ERECTING**
TEMPORARY SHELTER · ARCHITETTURA D'EMERGENZA · CONCORSO INTERNAZIONALE OUTSIDE
 THE BOX · LOW AND HIGH TECHNOLOGIES FOR THE EMERGENCIES · **TECNOLOGIA SOTTOVUOTO** ·
RESPONSIVE ARCHITECTURE · **KINETIC DESIGN** · GRASSHOPPER · KANGAROO PHYSICS · RHINOCEROS

La responsive architecture focalizza l'attenzione sulle possibilità di interazione degli spazi fisici in risposta alla densità di utenti al proprio interno. Tramite combinazioni di tecnologia e ricerca su materiali, alcuni progettisti stanno sperimentando padiglioni ed installazioni in cui le pareti si allargano o si restringono a seconda delle persone che occupano lo spazio. Particolari sensori di movimento si interfacciano con il sistema di climatizzazione per adeguare la temperatura e l'intensità della luce in base al numero dei fruitori dello spazio. Nel frattempo, è già realtà anche la tecnologia Smart Glass che può adeguare l'opacità dei vetri di porte e finestre sulla base della densità di utenti o della quantità di illuminazione naturale. Gli oggetti, sia alla piccola scala del design sia alla grande scala dell'architettura sono sempre più frequentemente dotati di un'intelligenza digitale: dal Millwaukee Art Museum di Santiago Calatrava alla Sliding House di dRMM, dal Rolling Bridge, Thomas Heatherwick all'Insitute du Monde Arabe di Jean Nouvel, grandi architetture contemporanee sono concepite in modo da interagire con le persone che li fruiscono, tramite cinematismi. Ron Resch: pioniere delle strutture sviluppabili e matematico visionario, che negli anni Settanta fu il primo ad esplorare il potenziale architettonico delle strutture tessellate tridimensionali, aveva individuato un pattern modulare basato su una maglia di triangoli equilateri in grado di dar vita ad uno spazio sotteso variabile in funzione del grado di piegatura. Questa avviene facendo ruotare rigidamente le maglie, reciprocamente vincolate tra loro lungo i bordi, che costituiscono gli assi di rotazione. Il pattern subisce così una trasformazione topologica, dalla configurazione piana allo stato finale, il quale può essere determinato in due differenti maniere: o fissando l'angolo tra le maglie di bordo ed il piano di posa, o fissando le relazioni angolari tra le maglie interne (cfr. Ronald D. Resch, *The Topological Design of Sculptural and Architectural Systems*, University of Utah, Salt Lake City, Utah).

A destra, nel 2010 all'Università di Stoccarda è stato realizzato un padiglione sperimentale, composto da 500 diverse strisce di betulla piegate, concepite digitalmente e prodotte tramite robot. L'innovativa struttura è informata sul comportamento flessionale delle strisce di legno: come in un cesto di vimini intrecciato, la forza accumulata nella parte piegata e mantenuta tale dalla corrispondente zona tesa della striscia adiacente, aumenta la capacità strutturale del sistema.

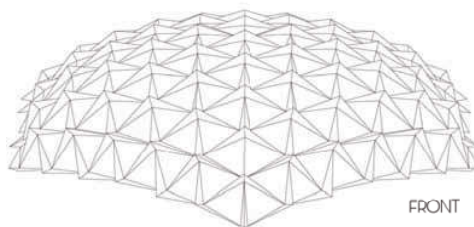
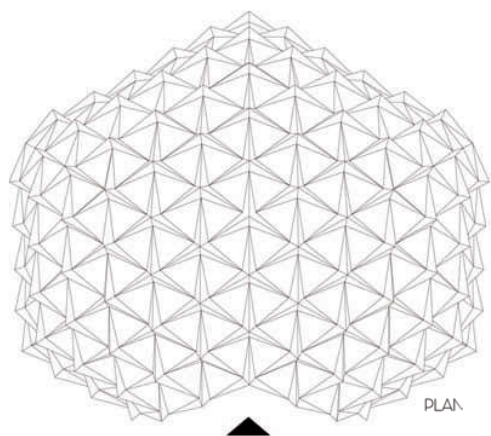


Un oggetto architettonico che passa da uno stato bidimensionale a una configurazione spaziale. Il progetto del cinematismo

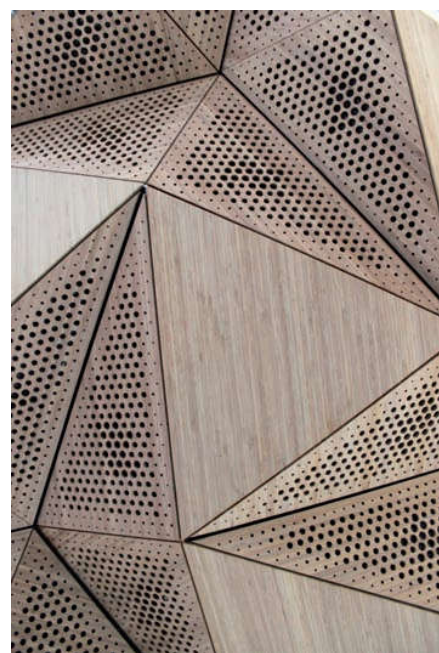


I SETS è, come detto, un padiglione e pone le sue basi su tre aspetti pregnanti: parametrizzazione, sottovuoto e auto-montaggio. L'idea nasce dall'arte giapponese degli origami: la piegatura del materiale conferisce una resistenza aggiuntiva per forma, e consente un passaggio cinematico da uno stato bidimensionale ad una configurazione spaziale. Il kinetic Design è da sempre un settore importante in architettura: i sistemi dinamici di ombreggiamento, le porte e le aperture, i controllori acustici, sono solo alcuni degli esempi delle componenti cinetiche di cui si serve l'architettura per essere funzionale. Il progetto industriale, così come quello architettonico, manifesta un'attenzione crescente verso comportamenti di tipo "responsivo". Per progettare una struttura cinetica in una scala relativamente grande, è utile riferirsi ad una geometria che non richieda alcuna deformazione del materiale per la sua trasformazione globale. Il cinematismo si basa su un rapporto complesso tra folding e movimento: piuttosto che concepire le strutture piegate come configurazioni statiche, esse possono essere studiate come meccanismi in trasformazione. Uno degli aspetti più interessanti degli origami, infatti, è l'intrinseca sviluppabilità, nata dal connubio tra cinematica e piegatura. La percezione della forma (specialmente quella architettonica) come permanente e statica è qui smentita dalla piegatura: lo studio della cinematica degli origami rivela che ciascuna delle pieghe è parte di un meccanismo e l'intera struttura può essere descritta come un unico automatismo con molte parti mobili, reciprocamente legate da interrelazioni matematiche. Pertanto, piccole modifiche al pattern cambiano completamente il rapporto tra le pieghe, e quindi il design e le prestazioni del meccanismo. Si è preso come riferimento il pattern modulare di Ron Resch per produrre il cinematismo del SETS. Attraverso questa modellazione (reversibile e cinematica) si ottiene il dome, ovvero l'involucro del SETS. Lo spazio sotteso è libero e flessibile e può essere destinato allo svolgimento di funzioni di vario genere; la forma totalmente convessa permette lo smaltimento delle acque meteoriche (in caso di impiego all'esterno); la ripetizione modulare consente di creare le aperture a proprio piacimento, semplicemente rimuovendo una o più maglie.

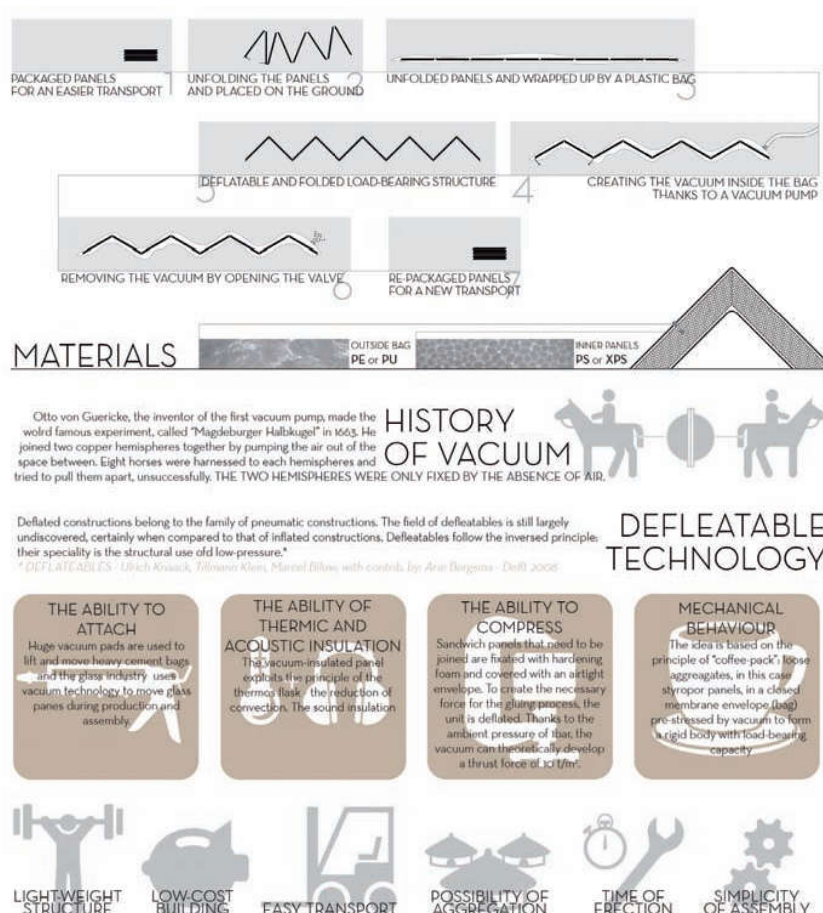
Immagine in alto e in basso: Ron Resch (1939-2009) vanta numerosi brevetti per unità strutturali "autoportanti" ottenute tramite folding; oltre ai progetti per le navi spaziali di Star Trek (1979). Resch usò la topologia per descrivere la trasformazione in continuo di un sistema che può conservare solo la connessione delle sue parti. Un sistema di generazione topologica è un sistema il cui stato di connessione e il cui insieme di parti rimangono costanti, mentre una trasformazione continua varia la geometria totale, o un sottoinsieme di essa. "La mia preoccupazione nella progettazione di strutture è la continua trasformazione delle parti di un sistema. Questa preoccupazione è la base per il mio concetto di design topologico" affermava Resch. Le sperimentazioni di Resch sulla piegatura della carta e sui pattern ha influenzato le opere di Chris Bosse (FOA) e di altri architetti contemporanei che progettano con strumenti digitali e forme parametriche.



Modello tridimensionale del padiglione.
Vista frontale e planimetrica.



L'idea basilare del SETS è quella di configurare un modulo da poter montare e smontare in tempi contenuti con alti requisiti funzionali (trasportabilità, montaggio e smontaggio).

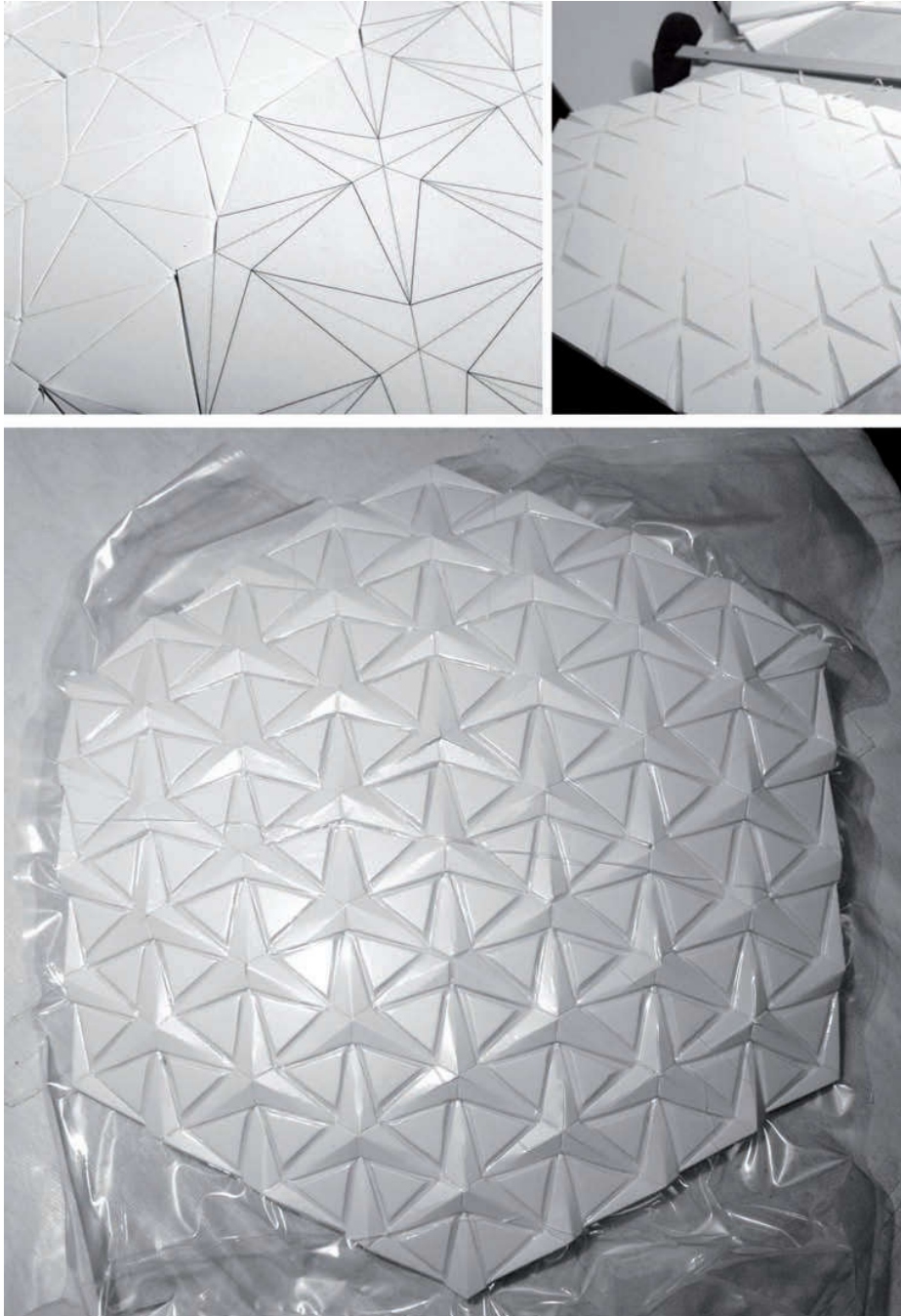


Architettura pneumatica: la differenza di pressione determina lo stato del padiglione, la possibilità di assumere forme diverse e di adattarsi a condizioni variate.

E il S.E.T.S. sottovuoto, può essere facilmente trasportato

Il congelamento dell'involucro secondo la forma voluta avviene sfruttando una tecnologia antica ed innovativa allo stesso tempo: il sottovuoto. Noto sin dai tempi degli emisferi di Magdeburgo, il vuoto è capace di creare grandi forze di coesione tra due o più elementi, sfruttando unicamente la pressione atmosferica. Le strutture che si basano sulla "depressione", dette vacuumatics, costituiscono una famiglia che segue una via di sviluppo e sperimentazione parallela a quella, più antica e consolidata, dei manufatti pneumatici, in cui l'aria è compressa. Il SETS nasce quindi dall'idea di creare una depressione dentro un sacco in polietilene, che contiene le maglie del pattern, in polistirolo. Estrahendo l'aria dal suo interno si ottiene un avvicinamento reciproco dei pezzi i quali, grazie alla smussatura dei bordi, cominciano a ruotare reciprocamente per dar luogo alla piegatura della maglia. La pressione atmosferica esterna agisce come una mano gigantesca che piega il pattern come se fosse un origami. Alla fine del processo la struttura si ritrova così consolidata e rigida, come accade ad un pacco di caffè: floscio a riposo, rigidissimo se posto sottovuoto. Inoltre, la capacità di controllare la quantità di precompressione (regolando semplicemente il livello di vuoto) permette alle strutture di riconfigurarsi per nuove forme richieste, o adattarsi a nuove condizioni o esigenze. La tecnologia vacuumatics, low tech e high tech allo stesso tempo, permette un riuso continuo e rende veloce il trasporto: svitata la valvola ed eliminata la depressione, i SETS ritornano alla fase bidimensionale, impacchettabile e trasportabile per un nuovo uso, adattabili a nuove condizioni o esigenze.

S.E.T.S non si assembla, si progetta e si diversifica grazie alla modellazione parametrica. I rapporti tra le componenti generano un sistema



Sintesi dei meccanismi cognitivi umani, l'algoritmo calcola il risultato desiderato partendo da dati in input e passando una sequenza logica di istruzioni elementari. Le sequenze algoritmiche definite nell'interfaccia di Grasshopper avranno effetto immediato producendo modelli 3D con caratteristiche "dinamiche" non ottenibili attraverso tecniche di modellazione tradizionale.

Gli oggetti e gli spazi a carattere “responsivo” caratterizzeranno senza dubbio il prossimo futuro e il processo di trasformazione riguarderà in modo particolare anche la forma e dunque la geometria che la forma stessa astrae e descrive. È necessario dunque un nuovo modo di immaginare e di progettare modelli dinamici. La modellazione parametrica è un valido ausilio in tale processo, ma il progettista deve necessariamente confrontarsi con la geometria. Lo studio qui illustrato sperimenta la parametrizzazione finalizzata alla trasformazione dinamica di superfici piane in superfici sferica.

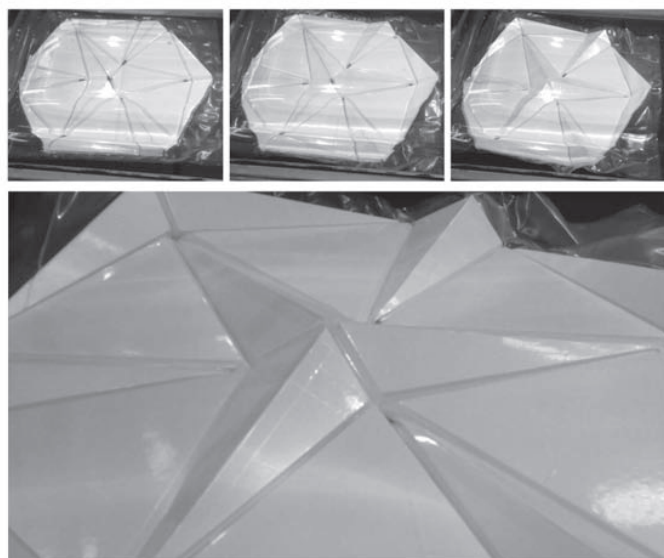
Il SETS è stato modellato parametricamente: non è generato da un meccanismo di assemblaggio o giustapposizione delle parti secondo la prassi, ma da leggi (matematiche) che ne regolano la generazione e la diversificazione. Il design parametrico mira a stabilire un complesso ordine spaziale, utilizzando lo scripting per differenziare e correlare elementi e sottoelementi del progetto. L'obiettivo è quello di intensificare le interdipendenze delle parti del progetto, quali sollecitazioni esterne e continuità con i contesti urbani complessi.

Questo tipo di approccio pone quindi di fronte ad un profondo cambiamento di prospettiva di come l'organismo architettonico venga concepito e quale sia il ruolo del progettista. Nelle tecniche progettuali convenzionali il progetto è immaginato come prodotto conclusivo di una attività complessa ed eterogenea. Ogni modifica a posteriori si ripercuote ineluttabilmente sulle fasi precedenti, che necessitano una revisione. Oggi l'attenzione si è spostata dal prodotto al processo che lo genera. Il processo non è un prodotto definitivo (modello, disegno o prototipo che esso sia) ma l'algoritmo che conduce alla sua generazione, è sempre controllabile e modificabile.

L'automazione del ciclo di ottimizzazione quindi solleva il progettista che può indirizzare maggiori energie e risorse verso la congruenza interna ed esterna del progetto ed il feed-back. Fissando non le quantità metriche del manufatto, ma i rapporti tra le sue componenti, si ha la possibilità di cambiare un unico elemento ed estendere le modifiche corrispondenti in tutto il sistema, verificando rapidamente il risultato.

La progettazione parametrica, o parametric design, nasce sostanzialmente negli anni novanta, quando alcuni geniali progettisti hanno avuto la capacità di generare progetti “parametrici” usando procedimenti analogici. Peter Eisenman e Zaha Hadid, Bernar Tschumi, ed altri ancora, hanno immaginato un processo

A conclusione degli studi di fattibilità è stato realizzata una campagna di prove sperimentali su un modello del SETS in polistirolo espanso, che associa una certa leggerezza ad una buona resistenza planare. Facilmente reperibile e sufficientemente economico, il polistirolo sembra essere il materiale più adatto per materializzare le superfici corrugate. Per la pelle, invece, si è pensato di usare dei grandi fogli in polietilene, preferito al poliuretano per la sua reperibilità e maggiore economicità, presentando comunque delle ottime caratteristiche di resistenza a trazione.



generativo che consente al progettista di mantenere traccia di ogni stadio intermedio, producendo un organismo aperto a successive modifiche tali da non stravolgerne la logica complessiva.

La produzione architettonica non è quasi mai riuscita a tenere il passo dei progressi tecnologici. L'inerzia della costruzione edile, spesso legata a tecnologie antiche ma collaudate, le esigenze del mercato immobiliare, che rifugge investimenti che non abbiano un risultato sicuro, il peso degli accademici, sempre pronti a tacciare come errato ciò che non riescono a comprendere, sono le cause principali della lentezza che pervade il sistema, rispetto ai settori più innovativi del design, come ad esempio l'industria automobilistica o quella aeronautica. Infatti, mentre il CAD ha invaso tali discipline negli anni ottanta, trasformando radicalmente le basi generative e le capacità produttive, l'architettura è rimasta immersa nei suoi dibattiti ideologici e tautologici, alla deriva in un mondo separato dalla produzione materiale.

Oggi la progettazione parametrica acquista credibilità sempre crescente, grazie ai risultati che consente di raggiungere. In parallelo, gli sviluppi di scripting hanno aperto la strada ai processi di progettazione algoritmica, la quale consente di ottenere forme complesse partendo da metodi iterativi semplici. Se il parametrico è una tecnica per il controllo globale e la manipolazione di oggetti di design a tutti i livelli di scala, la modellazione algoritmica è un metodo di generazione, che produce forme e strutture complesse basandosi su regole componenti semplici.

Tornando al SETS, il suo pattern è stato modellato tramite Grasshopper ed il plug-in Kangaroo Physics, due applicativi di Rhinoceros. Grasshopper è un editor visuale per lo scripting, open source e progettato in modo da non richiedere conoscenze specifiche di programmazione ed avvicinare un maggior numero di utenti alle potenzialità in esso insite, in quanto non necessita l'inserimento di codici. Attraverso una grafica intuitiva basata sulla logica dei grafi, l'utente definisce sequenze di istruzioni che sono tradotte in soluzioni tridimensionali su Rhinoceros, il software di modellazione tradizionale cui si appoggia Grasshopper.

La definizione di modelli tridimensionali mediante un algoritmo generativo, come avviene in Grasshopper prende il nome di modellazione algoritmica, per il ruolo centrale dei dati iniziali di input, i parametri per l'appunto, che possono essere, ad esempio, le caratteristiche del materiale usato o i dati ambientali del contesto. Il risultato è un sistema complesso dove il particolare ed il generale sono in continua relazione; in ogni momento è possibile controllare le ripetizioni e le dimensioni dei moduli, con le relative conseguenze su forma, curvatura e resistenza complessive, in un processo circolare e ricorsivo il cui fine ultimo è stato quello di elaborare una struttura temporanea, flessibile, leggera e sperimentale.

La logica operativa di Grasshopper, basata su un sistema di relazioni tra componenti, consente di ottenere veloci riconfigurazioni dei modelli agendo sui parametri esplicitati durante la costruzione delle sequenze algoritmiche. Il principale risultato non è quindi la geometria specifica, ma il sistema di relazioni (nodi) tra input ed output che si traducono in legami dinamici.



Tra piegatura e manufatto finale soggiace una differenza sottile ma pregnante: mentre l'atto del piegare è dinamico, il manufatto piegato come prodotto finale è statico. In esso, però, è insita la dinamica, e pertanto il manufatto può cambiare solo quando il dinamismo viene chiamato in gioco. Un concetto analogo a quello dell'energia cinetica che viene memorizzata come energia potenziale in un oggetto a riposo.

Un'applicazione possibile: rifugio di primo soccorso post emergenza

Nella situazione odierna in cui l'emergenza è diventata la norma (basti pensare ai numerosi fenomeni naturali degli ultimi anni che hanno sconvolto la vita di molte comunità sparse nel mondo, da Fukushima ad Haiti, da L'Aquila a New Orleans), è sembrato opportuno attribuire la principale funzione dei S.E.T.S. a rifugio di primo soccorso per le situazioni post-emergenza. Rapidamente montabili e facilmente trasportabili, i Self Erecting Temporary Shelters si configurano come delle coperture leggere e flessibili in grado di ospitare diverse funzioni nei momenti immediatamente successivi alle calamità. Il progetto è stato quindi presentato al concorso internazionale "Outside the Box - Low and High Technologies for the Emergencies", patrocinato da promossa dall'Associazione Italiana di Architettura e Critica (AIAC), presST/Factory (libero laboratorio di idee su architettura/arte/design) e Analist Group (software house partner di Autodesk).

Indetto a fine del 2011 per identificare idee progettuali al fine risolvere i vari problemi in situazioni di emergenza, il concorso lanciava la sfida di unire due aspetti imprescindibili del design contemporaneo: sostenibilità e design parametrico (tramite l'uso di software di modellazione parametrica per sviluppare modelli tridimensionali).

Nell'elaborazione della proposta progettuale un ruolo fondamentale doveva essere affidato alla tecnologia, sia low-tech sia high-tech. Il concorso si è concluso con la rassegna "Architects meet in Selinunte_ partire tornare restare", durante la quale il progetto è stato premiato con il terzo premio.

Il lavoro che qui si presenta fa parte di una ricerca, ancora in progress, svolta fra tre sedi universitarie: il DARC di Catania, il CAAD di Zurigo (ETH Zürich) ed il BEST di Milano Politecnico di Milano), sotto la supervisione rispettivamente di Vincenzo Sapienza, Ludger Hovestadt e Ingrid Paoletti.

*L'evoluzione del benessere abitativo.....
....passa dal silenzio*

Elevati valori di isolamento acustico-termico

Alta resistenza all'umidità e condensa



 contribuisce al conseguimento dei crediti LEED®

insulation technology

La linea **Fybro** è una linea di pannelli idonei per applicazioni su pareti in cartongesso, prodotti con il 97% di gomme e fibre riciclate.

Questi pannelli sono ideali per l'utilizzo dove sono necessarie alte prestazioni di isolamento acustico - termico e sono stati sviluppati per soddisfare tutte le applicazioni in pareti nuove o esistenti e in controsoffitti tramite la combinazione di diverse tipologie di pannelli. La linea **Fybro** coniuga le eccellenti prestazioni della nostra gomma SBR e EPDM con quella innovativa della Fibra poliestere.

Fybro: isolamento acustico e termico in un unico prodotto.

ISOLGOMMA
***** insulation technology

www.isolgomma.com