

# Modellazione generativa e morfologia dell'amorfo: per una scalarità geometrica

Sonia Mollica

## Abstract

Il contributo intende approfondire l'utilizzo della parametrizzazione generativa per l'analisi e la creazione di elementi scalari, per una dicotomia tra misura e dismisura. Analizzando dapprima le differenti accezioni esistenti tra la modellazione parametrica e quella generativa, si vogliono di seguito indagare le potenzialità del processo generativo, in attuazione al pensiero progettuale: dalla 'morfologia dell'amorfo' alla teorizzazione del progetto finale, inteso come prodotto a piccola o a grande scala. Le traduzioni immaginative della realtà naturale, attraverso le quali generare elementi architettonici e di design, divengono morfologie scalari e altamente malleabili, definendo una migrazione del pensiero, da modulo-misura a modulo-oggetto. Alla misura, intesa come grandezza unitaria e reale, prende il suo posto l'oggetto, da commisurare e scalare in funzione della consistenza che l'elemento ricoprirà nello spazio reale. Si genera dunque un rapporto di misura/dismisura utile alla teorizzazione di differenti configurazioni 'amorfe', capaci di connettere l'immagine progettuale al processo generativo.

## Parole chiave

modellazione generativa, struttura, scalarità, misura-oggetto, morfologia amorfa



Morfologia dell'amorfo: tra modellazione generativa e scalarità geometrica. Elaborazione dell'autrice.

## Introduzione. La geometria e la misura per la conoscenza

L'operazione primaria della misurazione è sintetizzabile nel complesso di azioni utili a comprendere e a conoscere gli elementi, attraverso il quale l'uomo definisce relazioni e proporzioni tra la sua entità corporea e il mondo che lo circonda [Purini 1966]. In questo senso, il misurare può essere definito come atto 'democratico', in quanto caratterizzante più di ogni altro processo l'interezza delle azioni umane, dunque universale. Attraverso la misurazione, l'uomo calibra lo spazio tra gli elementi che lo circondano e la propria corporeità, usando proprio quest'ultima come primigenia unità di misura [Le Corbusier 1948]. Del resto, come descritto nel Timeo di Platone, il mondo concreto e reale diviene misurabile solo attraverso dei limiti, della materia e del peso. La misura diviene dunque lo strumento di conoscenza, tra esistenza e armonia.

Conoscere vuol dire analizzare e scomporre gli elementi secondo uno specifico sistema compositivo – linea, forma, geometria – attraverso il quale costruire 'l'immagine interna' che ognuno ha del mondo circostante. L'intelletto, fonte mobile di conoscenza sempre attiva, analizza i tratti caratteristici degli innumerevoli oggetti del mondo simili tra loro, al fine di compiere una 'indeterminatezza semantica' [Garroni 2015], riconoscendo inconsciamente negli elementi l'unione di forme che li hanno generati, degli elementi associati nonché delle misure associabili. L'insieme delle linee figurate e figurative genera elementi, forme, barriere e geometrie semplici e complesse, attraverso la quale misurare, creare e analizzare gli elementi che ci circondano.

L'analisi degli elementi, nonché la scomposizione degli oggetti in elementi primigeni, si configura essere la base teorica attraverso la quale dipanare il processo legato alla rappresentazione tridimensionale. Nel continuo susseguirsi di numerose invenzioni digitali, appare oggi evidente come i tradizionali sistemi legati alla costruzione di modelli digitali – seppur fondati sulla creazione di solidi platonici e operazioni booleane – non possano essere definiti come dei processi utili essi stessi alla genesi e alla comprensione della forma stessa. Pur identificando nell'atto del disegnare la pratica fondamentale e propedeutica alla progettazione, alla comprensione e alla misura degli elementi, i sistemi di parametrizzazione generativa possono essere oggi il mezzo attraverso il quale rapportare e misurare in maniera più performante gli elementi, basando la genesi progettuale sulle operazioni che strutturano la forma e non solo il risultato [Filippucci 2012]. In quanto sistemi capaci di accogliere e generare elementi dalle identità malleabili, essi si configurano come processi in cui la misura diviene particolarmente mutuabile e scalabile, da rapportare a differenti livelli di utilizzo e di percezione.

Nell'ambito della mutuabilità e malleabilità degli elementi, le geometrie fondate su specifici rapporti geometrici divengono il tramite attraverso il quale dipanare differenti scenari, utili a indagare le potenzialità della parametrizzazione generativa per la costruzione di elementi scalari, in cui il processo costitutivo diviene il fulcro centrale dell'idea progettuale.

## La modellazione parametrica e generativa per l'analisi e la costruzione algoritmica

“Per cui avremo, negli esercizi di questi programmatori, una proporzione raggiunta per negazione, un rinascimento capovolto, una Diabolica Sproporzione [...] perché sospende nell'indeterminato alla scelta dei possibili: fissato l'elemento di base e programmatene le permutazioni, l'opera non consiste nell'elemento meglio riuscito, scelto tra tutti gli altri, ma proprio nella compresenza di tutti gli elementi pensabili” [Eco 1962, p. 176].

Quanto citato da Eco si configura essere come l'introduzione di quello che successivamente sarà il processo di modellazione parametrica e generativa, *modus operandi* insito in tutti quei software la cui sintesi costruttiva avviene attraverso l'attuazione di una metodologia fondata su operazioni utili alla strutturazione della forma, e non unicamente al risultato finale. Tale strutturazione si pone alla base della rappresentazione, processo in grado di amplificare la logica del modello, connettendo l'immagine al suo processo generativo. La forma viene dunque generata dalla decostruzione degli elementi fondanti, in funzione dei rapporti tra i

differenti processi algoritmici. Il processo diviene dunque costruzione del prodotto, in perfetta corrispondenza tra interpretazione e rappresentazione [Filippucci 2012]. Definita da Arturo Tedeschi come "un editor visuale per lo scripting" [Tedeschi 2011, p. 10], con la modellazione algoritmica, attraverso un intuitivo metodo grafico basato su un'interfaccia a nodi "è possibile definire sequenze di istruzioni che vengano tradotti in modelli tridimensionali" [Tedeschi 2011, p. 10]. Nella modellazione algoritmica sono dunque i dati iniziali a ricoprire un ruolo centrale nella configurazione, rintracciando nella 'riconfigurazione' il processo fondante della metodologia [Avella 2017]. Risulta a questo punto necessario effettuare una prima puntualizzazione in merito alle locuzioni che accompagnano questo strumento.

La modellazione algoritmica, infatti, può essere suddivisa in 'parametrica' e 'generativa' [Gürsel Dino 2012; Chiesa 2015] in riferimento rispettivamente alla linguistica e alla biologia. La modellazione parametrica fa riferimento a una 'grammatica delle forme', costituita da un alfabeto di elementi la cui sintassi corrisponde alle innumerevoli variabili associate allo spazio e alla materia. Attraverso tale processo è possibile rendere maggiormente speditiva la prassi modellativa e di fabbricazione di forme non euclidee.

Il riferimento alla biologia consta, invece, di due configurazioni: da un lato, i biomorfismi associati ai processi di crescita degli organismi naturali, geometrie fondanti i modelli generativi di forme complesse, dall'altro il concetto di interazione tra sistema e componenti [Scodeller, Antinori 2017]. In questo senso, in perfetta connessione con quanto sostenuto da Eco [Eco 1962], è da precisare come si tratti di 'traduzioni immaginative' della realtà naturale.

In contrasto alla produzione di Bruno Munari e del Gruppo T (fig. 1) [1], la produzione generativa deve infatti stabilire un nuovo rapporto con la natura: "in questo caso l'arte non imita quella natura che per abitudine percettiva vediamo tutti i giorni, ma quella che concettualmente definiamo in laboratorio. E dunque, intendendo 'natura' nel solo senso corretto possibile, l'arte imita non la natura, imita il nostro rapporto operativo con la natura [...]" [Eco 1962, p. 176].

Nel contesto della 'modellazione generativa', ci si vuole di seguito soffermare in merito alla scalarità generata dai predetti processi operativi, utili alla costruzione di elementi architettonici e di design. In questo senso, le geometrie naturali si prestano egregiamente a indagini in merito alla geometria scalare, generando un rapporto di misura/dismisura utile alla teorizzazione di differenti configurazioni 'amorfe', attraverso le quali connettere l'immagine progettuale al processo generativo.

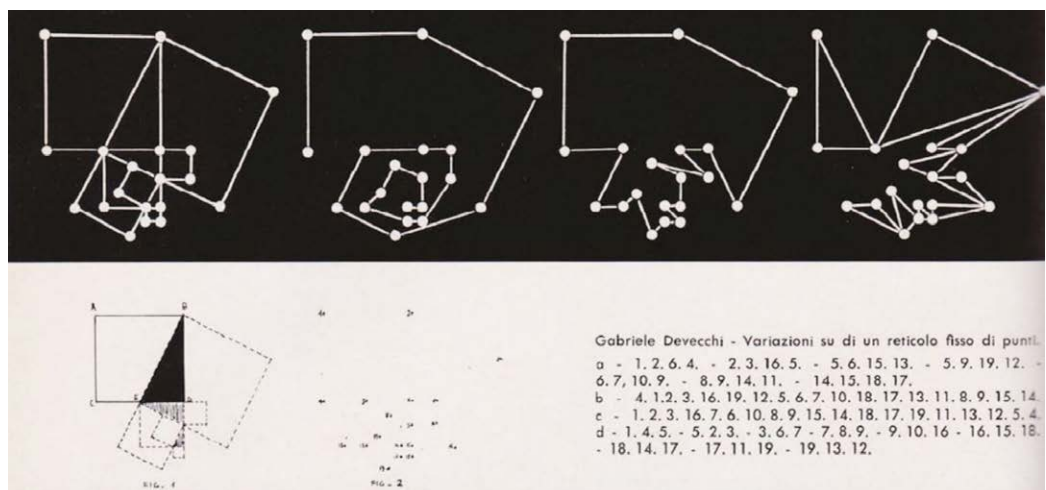


Fig. 1. Gabriele De Vecchi, Gruppo T. Una delle prime opere di Arte generativa [AA.VV. 1962].

## Morfologia dell'amorfo: per una scalarità geometrica

Sulla base di quanto sostenuto rispetto il rapporto esistente tra geometria e realtà, per trattare le geometrie scalari si è scelto di proseguire l'analisi prendendo in considerazione gli elementi naturali, caratterizzati da una complessità geometrica solo all'apparenza distante dalla geometria euclidea. Dello stesso avviso è Benoit Mandelbrot [Mandelbrot 1982] che, con la teorizzazione della "morfologia dell'amorfo", indaga l'esistenza di una regolarità, anche recondita, rintracciabile nelle forme in assoluto più frastagliate: le geometrie frattali (fig. 2). Sinonimo di 'irregolarità', le geometrie frattali implicano eventi casuali, in cui sia la regolarità che la irregolarità devono essere intese in senso statistico [Ratti 2011]. Studiarle significa analizzare le proprietà e le caratteristiche che si ripetono alle diverse scale di visualizzazione, ciò che Mandelbrot definisce "proprietà di scaling". È in questo senso che il presente contributo si rifà alla modellazione generativa come morfologia dell'amorfo, attraverso il quale dipanare il processo tridimensionale di tipo scalare, associato alle geometrie naturali.

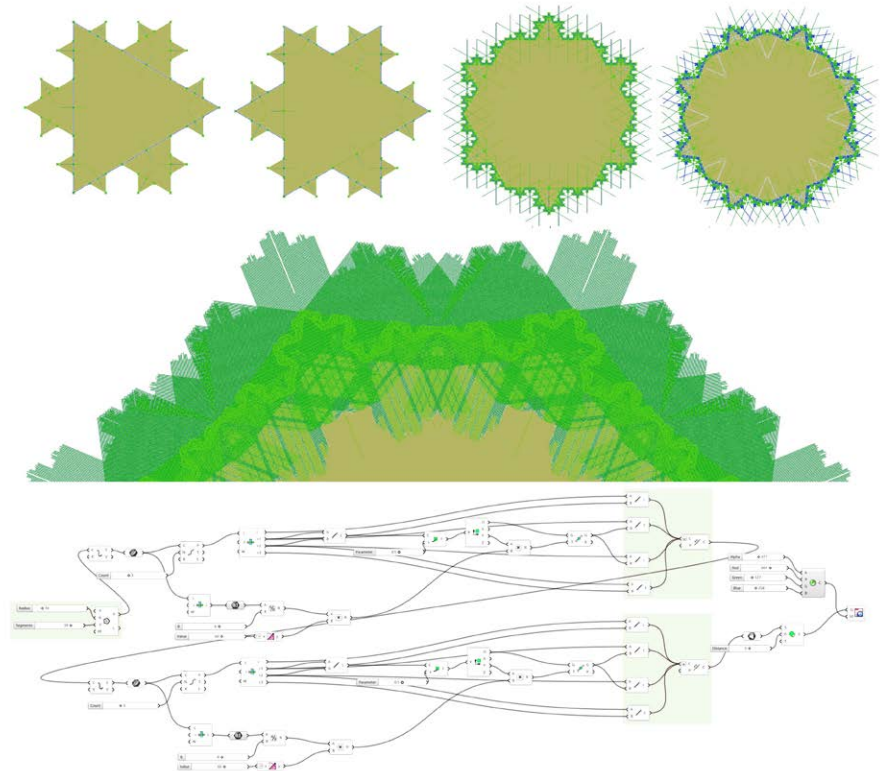


Fig. 2. Parametrizzazione generativa in Grasshopper della curva frattale di Von Koch. Elaborazione dell'autrice.

Una delle geometrie naturali più utilizzate per la progettazione scalare è rintracciabile nel gruppo dei gasteropodi, dal prolifero seguito evolutivo proprio in virtù degli adattamenti anatomici/geometrici che li contraddistinguono. Analizzando le singole casistiche, l'elemento del nautilus cresce in grandezza ma non cambia la sua forma: una spirale equiangolare in cui l'accrescimento, l'allungamento e l'allargamento avvengono secondo una proporzione invariata (fig. 3), in perfetta armonia con quanto rintracciabile nell'accrescimento dimensionale delle geometrie euclidee. Fanno parte del processo modellativo scalare le geometrie generate da simmetrie radiali o rotazionali: per ogni rotazione di angolo  $0 < \alpha < 360^\circ$  attorno a un punto o a una retta, si ottiene una rappresentazione sovrapponibile a quella di partenza. Godono di simmetria radiale tutti i solidi platonici, il tetraedro regolare, il cubo, l'ottaedro regolare, il dodecaedro regolare, l'icosaedro regolare, nonché tutti i solidi di rotazione, sfere, coni, cilindri, ecc (figg. 4-7).

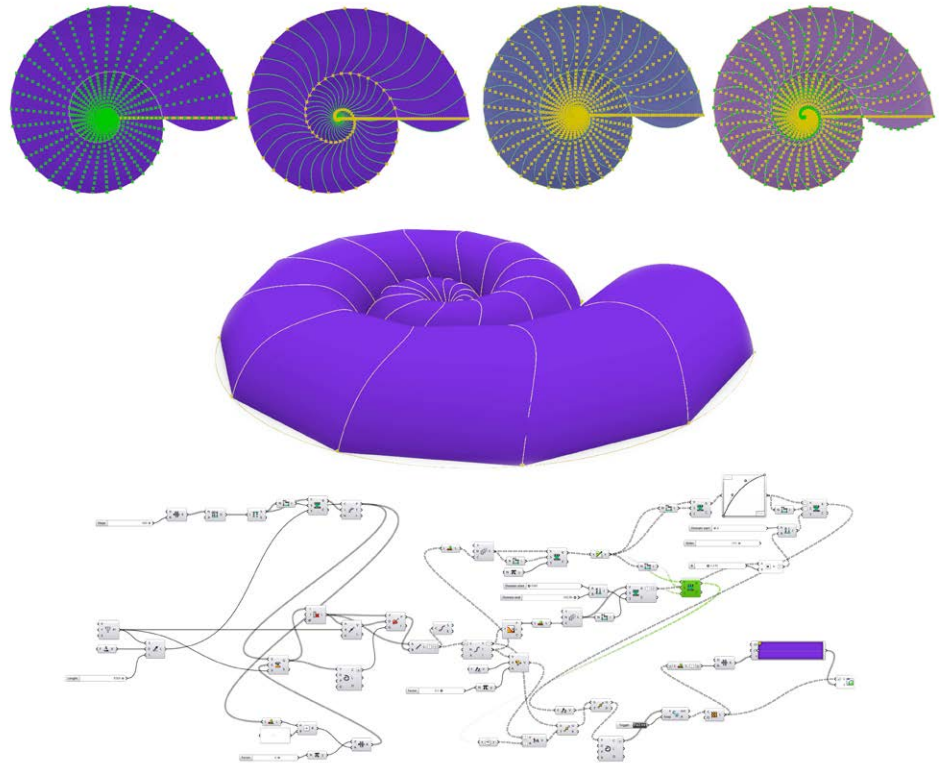


Fig. 3. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una spirale equirettangolare. Elaborazione dell'autrice.

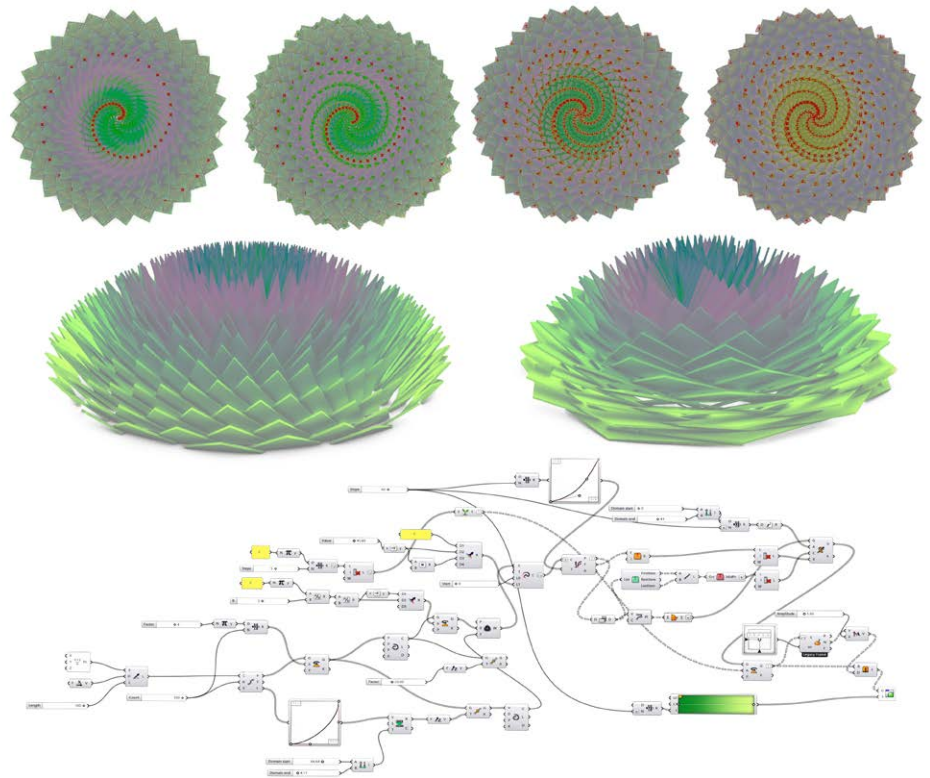


Fig. 4. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una simmetria radiale. Elaborazione dell'autrice.

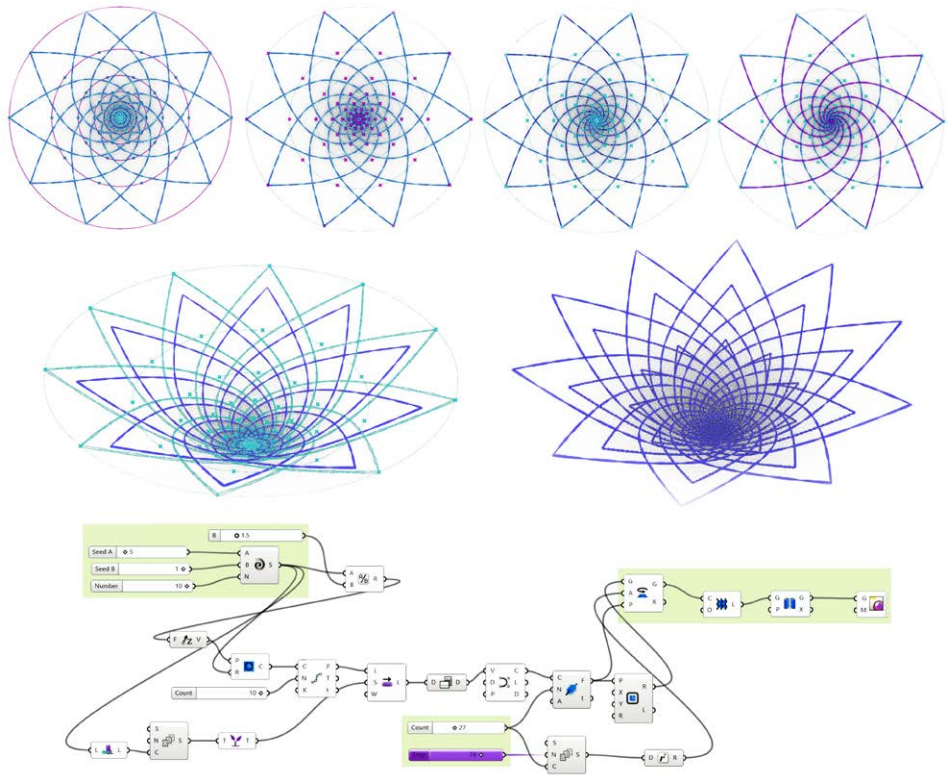


Fig. 5. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una simmetria radiale. Elaborazione dell'autrice.

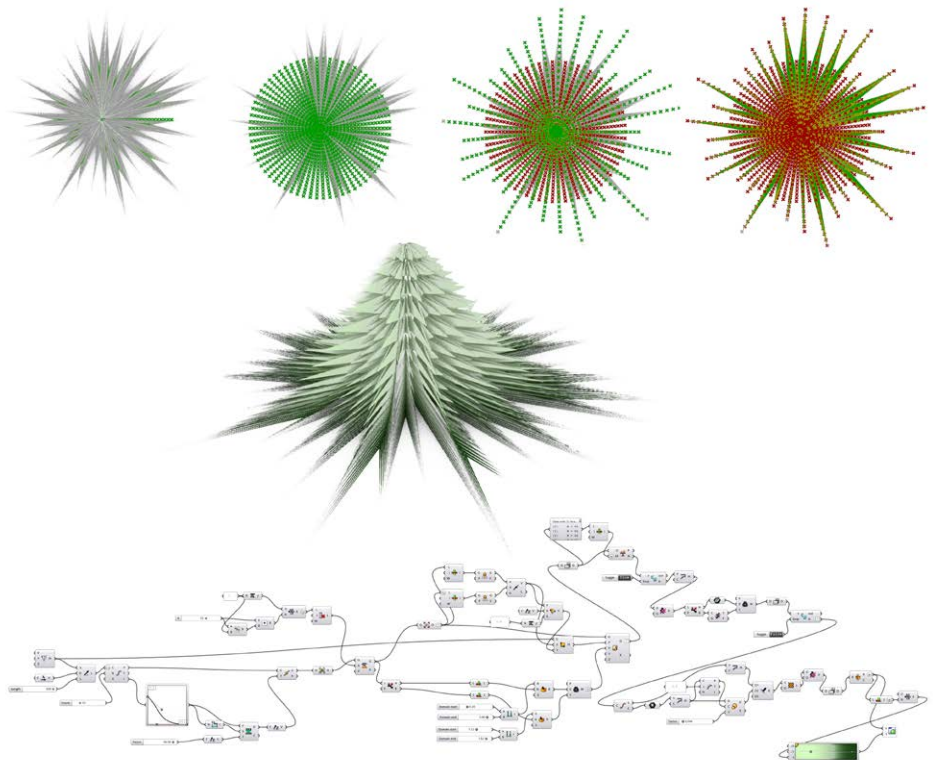


Fig. 6. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una simmetria radiale. Elaborazione dell'autrice.

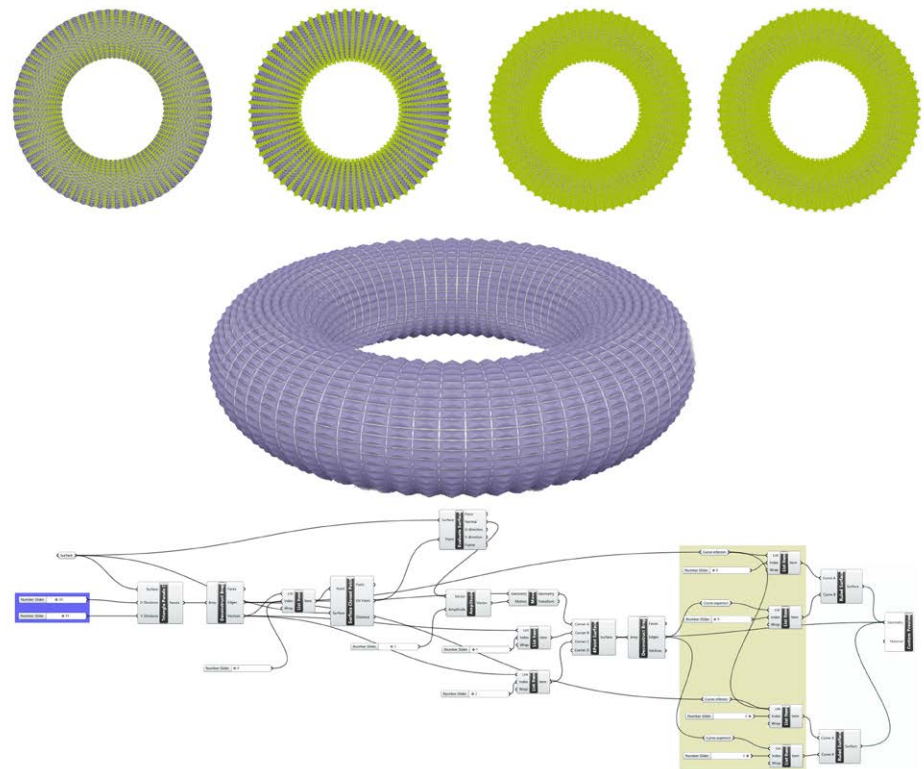


Fig. 7. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una simmetria radiale. Elaborazione dell'autrice.

È, più in generale, modellazione generativa scalare l'intero processo di creazione basato su geometrie prettamente organiche (figg. 8, 9), particolarmente vicine ai rapporti che definiscono il mondo che ci circonda. Tali processi, hanno infatti portato alla ricerca di nuovi percorsi utili a legare le nuove tecnologie con la cultura e la pratica progettuale.

La regola, e dunque il processo, prende il posto del risultato, che sarà consequenziale alla soluzione generativa scelta. Il risultato finale generato da un processo 'al contrario' non è certo nuovo, rendendo solamente più democratico il pensiero che sta alla base di elementi complessi e architettonicamente riconoscibili: dalla scala a chiocciola del Castello di Blois, passando per le forme organiche di Gaudì, fino a giungere al Deutsches Historisches Museum di Pei a Berlino [2]. Architetti quali Nervi, Musmeci, Herzog e De Meuron, Le Ricolais, Candela, Buckminster Fuller; Gehry e Calatrava fondano il loro pensiero progettuale nella costruzione di forme strettamente organiche, in una perfetta simbiosi tra processo e forma. È in questo rapporto che s'inserisce l'elemento della misura, indirizzando la forma verso differenti e sempre nuove applicazioni scalari.

Rispetto al rapporto tra l'architettura e il design, ci si vuole soffermare sulla distinzione operata da Argan [Argan 1965] tra il "modulo-misura" e il "modulo-oggetto". In linea con quanto esposto in merito alla scalarità, il 'modulo generativo' non si rapporta alla misura – intesa come grandezza fisica e misurabile – quanto più alla scala di visualizzazione dell'oggetto, definendosi in maniera sempre diversa, rispetto alla funzione espressiva da donare al mondo culturale.

Come descritto da Norman [2008], il progetto è la modellazione generata dall'ambiente per venire incontro ai bisogni della società e dell'individuo, del tutto trasversale a tutte le discipline. Il design ha dunque una connaturazione multidisciplinare e multiscalare, in cui il processo formale riesce prevaricare la dimensione, ponendo al centro il contenuto, seguito dalla funzione [Rinaldi 2020].

Con la modellazione generativa scalare la forma, e dunque l'oggetto, prende il sopravvento rispetto alla scala e alla misura, lasciando successivamente il passo alla funzione. La forma architettonica generativa diviene ispirazione nell'ambito del design, teatro di modelli stret-

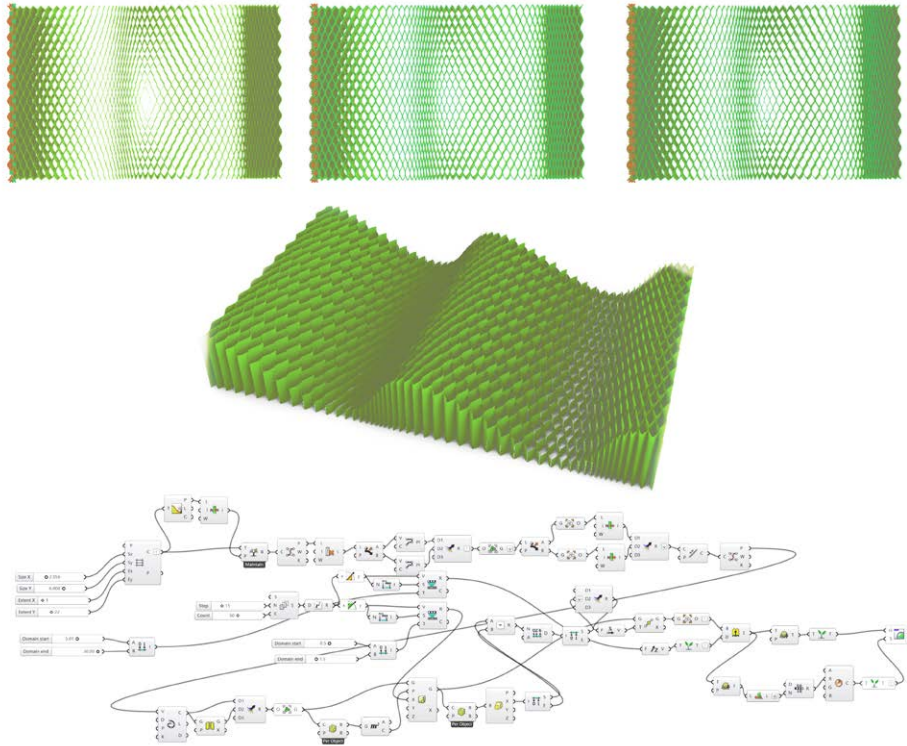


Fig. 8. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una una geometria organica. Elaborazione dell'autrice.

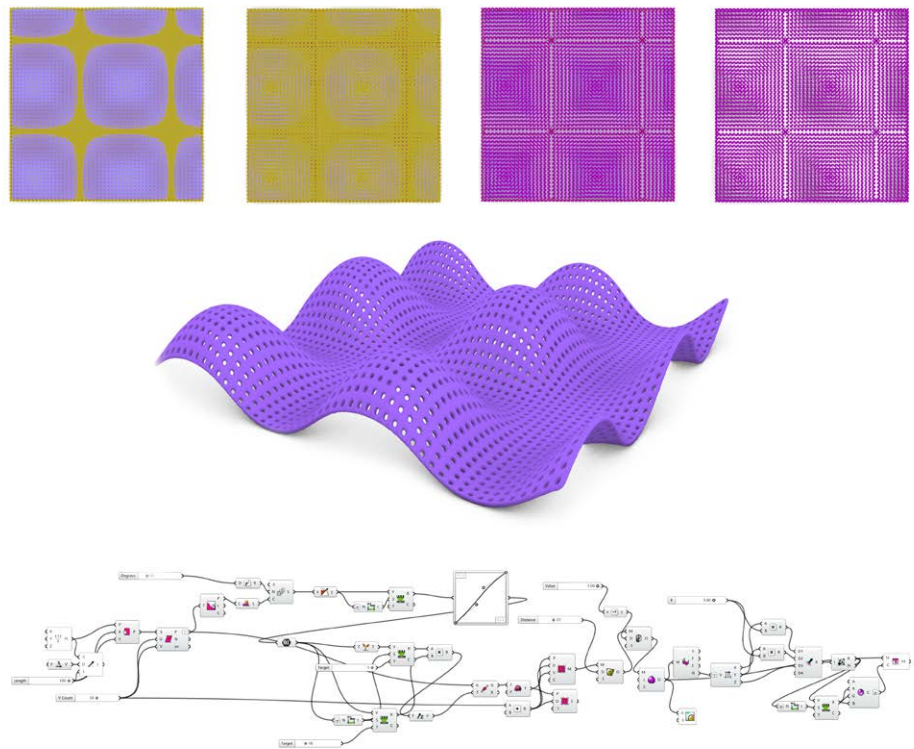


Fig. 9. Parametrizzazione generativa in Grasshopper di una una geometria organica. Elaborazione dell'autrice.



tamente simili alle architetture dei sopracitati architetti, vale a dire una biomimesi alla quale aspirare.

Esattamente come nell'architettura, il design rintraccia negli organismi viventi 'scalars' delle forme ispiratrici [Sala, Sala 2005]: è il caso delle *Radiolaria* di Bernotat & co. [3], della *Spirale* di Castiglioni per Alessi, della serie *Form Follows Function* di Saan Mulder, del vaso *Savoy* di Alvar Aalto, della lampada da tavolo *Mendori* di Issey Myake per Artemide, del divano *Tatlin* di Mario Cananzi e Roberto Semprini per Edra, del box doccia realizzato da Benedini Associati per Agape, del *Coffee table* di Aldo Brakker per Karakter Copenhagen e tanti altri.

La dicotomia tra architettura e design viene infine confermata dalle 1001 illustrazioni di Blanciak [2008], disegni a mano definiti da forme "siteless" (fig. 10). In questa produzione, seppur non prettamente legata a dimostrare tale connessione, l'affinità ascalare tra architettura e design appare tangibile. Gli elementi rappresentati sono infatti strettamente legati alla forma intesa come elemento primario, fruibile a differenti scale e a differenti funzioni, in linea con i processi legati alla modellazione generativa.

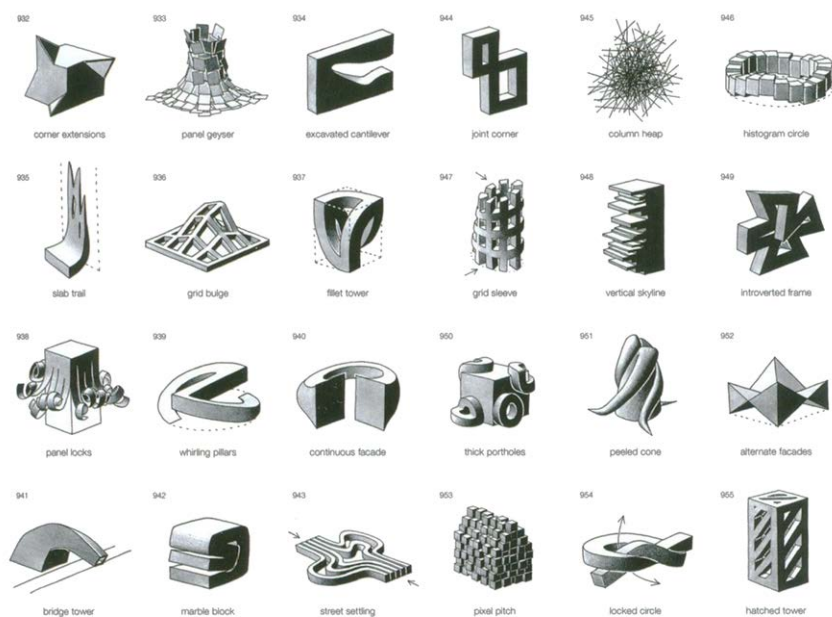


Fig. 10. Diagrammi di architetture "siteless" [Blanciak 2008, pp. 78, 79].

## Conclusioni

Le espressioni legate alla scalarità geometrica, vogliono essere uno spunto di riflessione per quanto concerne l'utilizzo della modellazione generativa nell'ambito del disegno, dell'architettura e del design. Il processo legato alla modellazione generativa ci mette di fronte a un modo differente di pensare, di creare e di concepire geometrie e misure, definendo un'inversione nel pensiero creativo: da modulo-misura a modulo-oggetto.

Il modulo – non più proporzionale alla misura, intesa come grandezza terrena e misurabile – diviene in diretto rapporto allo spazio rappresentativo dell'oggetto, da commisurare e scalare in funzione della consistenza che l'oggetto ricoprirà nello spazio reale. La morfologia dell'amorfo di Mandelbrot trova dunque un perfetto

seguito nello spazio legato al processo di modellazione generativa, in grado di amplificare la logica del modello, connettendo l'immagine al suo processo generativo. La forma viene dunque generata dalla decostruzione degli elementi fondanti, in funzione ai rapporti esistenti tra i differenti processi algoritmici, attraverso i quali comprendere le forme primigenie del progetto, in perfetta corrispondenza tra interpretazione e rappresentazione.

#### Note

[1] Dai quali possiamo rintracciare una delle prime opere di arte generativa.

[2] Come per il design, gli esempi sono innumerevoli, tra i quali ricordiamo: la Sydney Opera House di Jørn Utzon, la Cattedrale di St. Mary e il Palazzetto dello Sport di Pier Luigi Nervi, Los Manantiales di Felix Candela, la Città della Cultura di Galizia di Peter Eisenman, il Centre Pompidou-Metz di Shigeru Ban, il Rolex Learning Center di SANAA, il Seattle Public Library di OMA+LMN, l'Heydar Aliyev Center di Zaha Hadid Architects, il Metropol Parasol di Jürgen Mayer, il Myzeil Shopping Mall di Studio Fuksas, il 30st Mary Axe di Foster and Partners e tanti altri.

[3] *Radiolaria* è il nome dato ad alcune lampade aventi forma di radiolari, protozoi caratterizzati dallo scheletro siliceo, la cui forma artistica è analizzata nel trattato *Kunstformen der Natur* (1904) di Ernst Haeckel.

#### Riferimenti bibliografici

AA.VV. (1962). *Almanacco letterario Bompiani. Le applicazioni dei calcolatori elettronici alle scienze morali e alla letteratura*. Milano: Bompiani.

Argan G.C. (1965). *Progetto e Destino*. Milano: Il Saggiatore.

Avella F. (2017). Aspetti metodologici per l'uso di modellatori parametrici di superfici nella progettazione architettonica. Un caso di studio. In AA. VV. *Territori e frontiere della Rappresentazione*. Atti del 39° convegno internazionale dei Docenti delle discipline della Rappresentazione – UID 2017, Napoli, 14-15-16 settembre, pp. 1733-1740. Roma: Gangemi.

Blaiciak F. (2008). *SITELESS: 1001 Building Forms*. Cambridge: The MIT Press.

Chiesa G. (2015). *Paradigmi, tecnologie ed ere digitali. Il dato come parametro di innovazione in architettura e urbanistica*. Torino: Accademia University Press.

Eco U. (1962). La forma del disordine. In S. Morando (a cura di). *Le applicazioni dei calcolatori elettronici alle scienze morali e alla letteratura*, pp. 175-188. Milano: Bompiani.

Filippucci M. (2012). R2\_Rappresentazione al quadrato. Il disegno generativo per il rinnovamento della Geometria descrittiva. In L. De Carlo, R. Migliari, L. Carlevaris (a cura di). *Attualità della geometria descrittiva*, pp. 419-428. Roma: Gangemi.

Garroni E. (2015). *Immagine Linguaggio Figura: Osservazioni e ipotesi*. Bari: Laterza.

Gürsel Dino I. (2012). Creative design exploration by parametric generative systems in architecture. In *METU Journal of the Faculty of Architecture*, vol. 29, n. 1, pp. 207-224.

Le Corbusier (1948). *The Modulor*. Amazon Kindle.

Mandelbrot B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature*. New York: Times Books.

Norman D. A. (2008). *Il design del futuro*. Milano: Apogeo Education.

Purini F. (1966). *Lezione sul disegno*. Roma: Gangemi.

Ratti S. P. (2011). *Introduzione ai frattali in fisica*. Milano: Springer.

Rinaldi A. (2020). *Innovare attraverso il design e la tecnologia*. Milano: FrancoAngeli.

Sala N., Sala M. (2005). *Geometrie del design. Forme e materiali per il progetto*. Milano: FrancoAngeli.

Scodeller D., Antinori E. (2017). Design generativo e additive manufacturing. La produzione in serie di prodotti unici. In *MD Journal*, n. 3, pp. 28-41.

#### Autrice

Sonia Mollica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, sonia.mollica@unirc.it

*Per citare questo capitolo:* Sonia Mollica (2024). Modellazione generativa e morfologia dell'amorfo: per una scalarità geometrica/ Generative modeling and morphology of the amorphous: for geometric scalarity. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 501-520.

# Generative modeling and morphology of the amorphous: for geometric scalarity

Sonia Mollica

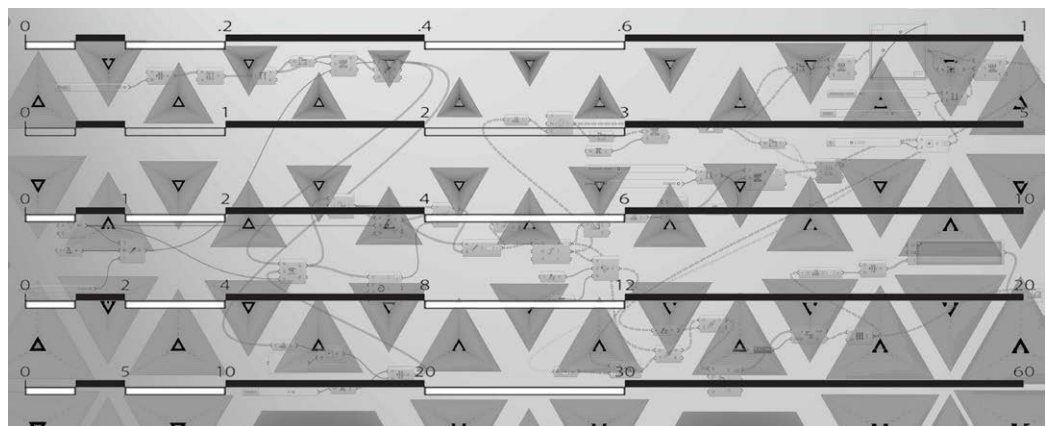
## Abstract

The contribution intends to explore the use of generative parameterization for the analysis and creation of scalar elements, for a dichotomy between measurement and dismeasurement. By first analyzing the different meanings existing between parametric and generative modeling, we then want to investigate the potential of the generative process, in implementation of design thinking: from the 'morphology of the amorphous' to the theorization of the final project, understood as a small or large scale.

The imaginative translations of natural reality, through which to generate architectural and design elements, become scalar and highly malleable morphologies, defining a migration of thought, from module-measure to module-object. Measurement, understood as a unitary and real size, is replaced by the object, to be measured and scaled according to the consistency that the element will cover in real space. A relationship of measurement/dismasurement is therefore generated which is useful for the theorisation of different 'amorphous' configurations, capable of connecting the design image to the generative process.

## Keywords

generative modeling, structure, scalarity, object-measurement, amorphous morphology



Morphology of the amorphous: between generative modeling and geometric scalarity. Elaboration by the author.

## Introduction. Geometry and measurement for knowledge

The primary operation of measurement can be summarized as a complex of actions useful for understanding and knowing the elements, through which man defines relationships and proportions between his bodily entity and the world around him [Purini 1966]. In this sense, measuring can be defined as a 'democratic' act, as it characterizes the entirety of human actions, and therefore universal, more than any other process. Through measurement, man calibrates the space between the elements that surround him and his own corporeity, using the latter as the primary unit of measurement [Le Corbusier 1948]. Moreover, as described in Plato's *Timaeus*, the concrete and real world becomes measurable only through limits, matter and weight. Measurement therefore becomes the instrument of knowledge, between existence and harmony.

Knowing means analyzing and breaking down the elements according to a specific compositional system – line, shape, geometry – through which to build the 'internal image' that everyone has of the surrounding world. The intellect, a mobile source of always active knowledge, analyzes the characteristic traits of the countless objects in the world that are similar to each other, in order to achieve a 'semantic indeterminacy' [Garroni 2015], unconsciously recognizing in the elements the union of forms that gave them generated, the associated elements as well as the associated measures. The set of figured and figurative lines generates simple and complex elements, shapes, barriers and geometries, through which to measure, create and analyze the elements that surround us.

The analysis of the elements, as well as the breakdown of objects into primitive elements, appears to be the theoretical basis through which to unravel the process linked to three-dimensional representation. In the continuous succession of numerous digital inventions, it is now clear that the traditional systems linked to the construction of digital models – although based on the creation of Platonic solids and Boolean operations – cannot be defined as processes themselves useful for the genesis and understanding of the form itself.

While identifying the act of drawing as the fundamental and preparatory practice for the design, understanding and measurement of the elements, generative parameterization systems can today be the means through which to relate and measure the elements in a more efficient way, basing the design genesis on the operations that structure the form and not just the result [Filippucci 2012]. As systems capable of welcoming and generating elements with malleable identities, they are configured as processes in which measurement becomes particularly mutable and scalable, to be related to different levels of use and perception.

In the context of the mutuality and malleability of the elements, the geometries based on specific geometric relationships become the means through which to unravel different scenarios, useful for investigating the potential of generative parameterization for the construction of scalar elements, in which the constitutive process becomes the fulcrum central to the design idea.

## Parametric and generative modeling for algorithmic analysis and construction

“So we will have, in the exercises of these programmers, a proportion reached by negation, an inverted renaissance, a Diabolical Disproportion [...] because it suspends the choice of possibilities in the indeterminate: once the basic element is fixed and its permutations are programmed, the work does not consist in the most successful element, chosen among all the others, but precisely in the co-presence of all conceivable elements” [Eco 1962, p. 176][1]. What Eco mentioned appears to be the introduction of what will subsequently be the process of parametric and generative modeling, a *modus operandi* inherent in all those software whose constructive synthesis occurs through the implementation of a methodology based on operations useful for structuring the form, and not just the final result. This structuring is at the basis of representation, a process capable of amplifying the logic of the model, connecting the image to its generative process. The form is therefore generated by the deconstruction of the founding elements, depending on the relationships between the different

algorithmic processes. The process therefore becomes the construction of the product, in perfect correspondence between interpretation and representation [Filippucci 2012]. Defined by Arturo Tedeschi as “a visual editor for scripting” [2011, p. 10], with algorithmic modeling, through an intuitive graphical method based on a node interface, “it is possible to define sequences of instructions that are translated into three-dimensional models” [Tedeschi 2011, p. 10]. In algorithmic modeling it is therefore the initial data that plays a central role in the configuration, tracing the founding process of the methodology in the ‘reconfiguration’ [Avella 2017]. At this point it is necessary to make an initial clarification regarding the phrases that accompany this instrument.

Algorithmic modeling, in fact, can be divided into ‘parametric’ and ‘generative’ [Gürsel Dino 2012; Chiesa 2015] in reference to linguistics and biology respectively. Parametric modeling refers to a ‘grammar of shapes’, made up of an alphabet of elements whose syntax corresponds to the countless variables associated with space and matter. Through this process it is possible to make the modeling and manufacturing practice of non-Euclidean shapes more expeditious.

The reference to biology consists, however, of two configurations: on the one hand, the biomorphisms associated with the growth processes of natural organisms, geometries founding the generative models of complex shapes, on the other the concept of interaction between system and components [Scoller; Antinori 2017]. In this sense, in perfect connection with what Eco [1962] claimed, it should be specified that these are ‘imaginative translations’ of natural reality.

In contrast to the production of Bruno Munari and *Gruppo T* (fig. 1) [2], generative production must in fact establish a new relationship with nature: “in this case art does not imitate that nature that we all see out of perceptive habit the days, but what we conceptually define in the laboratory. And therefore, understanding ‘nature’ in the only correct possible sense, art imitates not nature, it imitates our operational relationship with nature [...]” [Eco 1962, p. 176] [1].

In the context of ‘generative modeling’, we would like to focus below on the scalarity generated by the aforementioned operational processes, useful for the construction of architectural and design elements. In this sense, natural geometries lend themselves very well to investigations into scalar geometry, generating a measurement/dismasurement relationship useful for the theorizing of different ‘amorphous’ configurations, through which to connect the design image to the generative process.

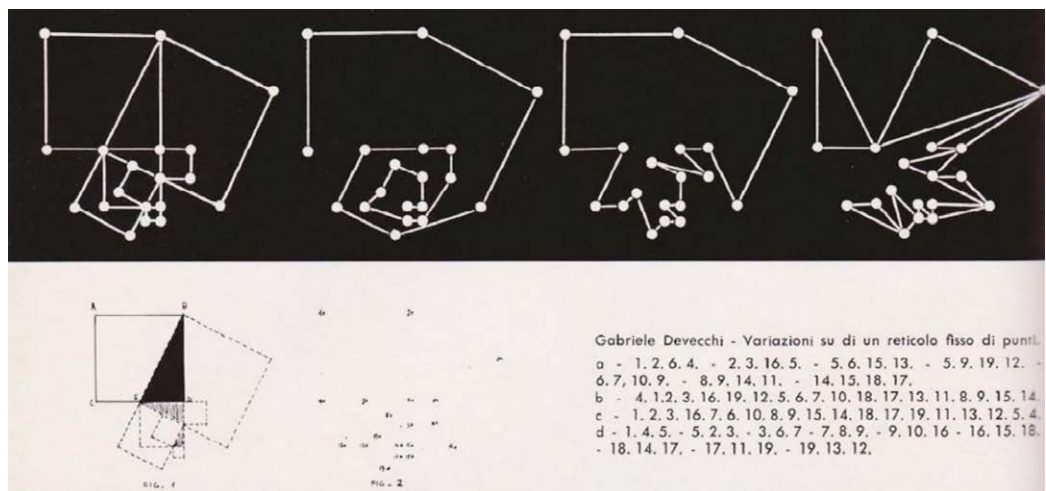


Fig. 1. Gabriele De Vecchi, *Gruppo T*. One of the first works of generative art [AA.VV. 1962].

## Morphology of the amorphous: for a geometric scalarity

On the basis of what has been argued regarding the existing relationship between geometry and reality, to deal with scalar geometries it was decided to continue the analysis by taking into consideration natural elements, characterized by a geometric complexity only apparently distant from Euclidean geometry. Benoit Mandelbrot [1982] is of the same opinion and, with the theorisation of the “morphology of the amorphous”, investigates the existence of a regularity, even a hidden one, traceable in the most jagged forms of all: fractal geometries (fig. 2). Synonymous with ‘irregularity’, fractal geometries imply random events, in which both regularity and irregularity must be understood in a statistical sense [Ratti 2011]. Studying them means analyzing the properties and characteristics that are repeated at different viewing scales, what Mandelbrot defines as “scaling properties”. It is in this sense that this contribution refers to generative modeling as the morphology of the amorphous, through which to unravel the three-dimensional process of a scalar type, associated with natural geometries.

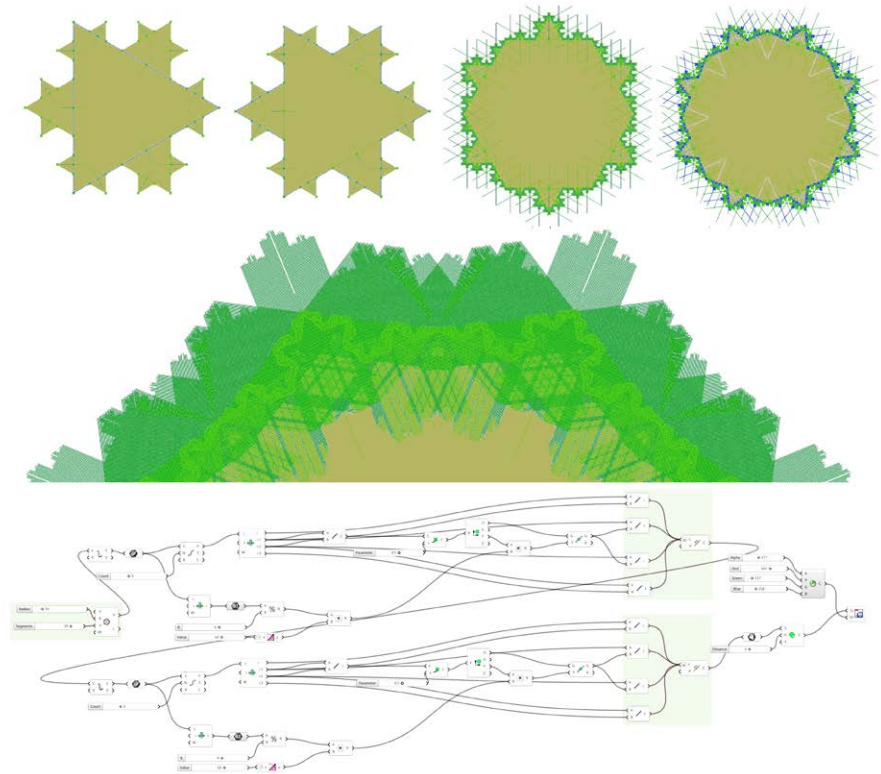


Fig. 2. Generative parameterization of the Von Koch fractal curve in Grasshopper. Elaboration by the author.

One of the most used natural geometries for scalar design can be found in the group of gastropods, with a prolific evolutionary following precisely by virtue of the anatomical/geometric adaptations that distinguish them. Analyzing the individual cases, the element of the nautilus grows in size but does not change its shape: an equiangular spiral in which growth, lengthening and widening occur according to an unchanged proportion (fig. 3), in perfect harmony with what can be found in the dimensional growth of Euclidean geometries. Scaling the geometries generated by radial or rotational symmetries is part of the modeling process: for each rotation of angle  $0 < \alpha < 360^\circ$  around a point or a straight line, a representation is obtained that is superimposable on the starting one. All Platonic solids, the regular tetrahedron, the cube, the regular octahedron, the regular dodecahedron, the regular icosahedron, as well as all rotational solids, spheres, cones, cylinders, etc. enjoy radial symmetry (figs. 4-7).

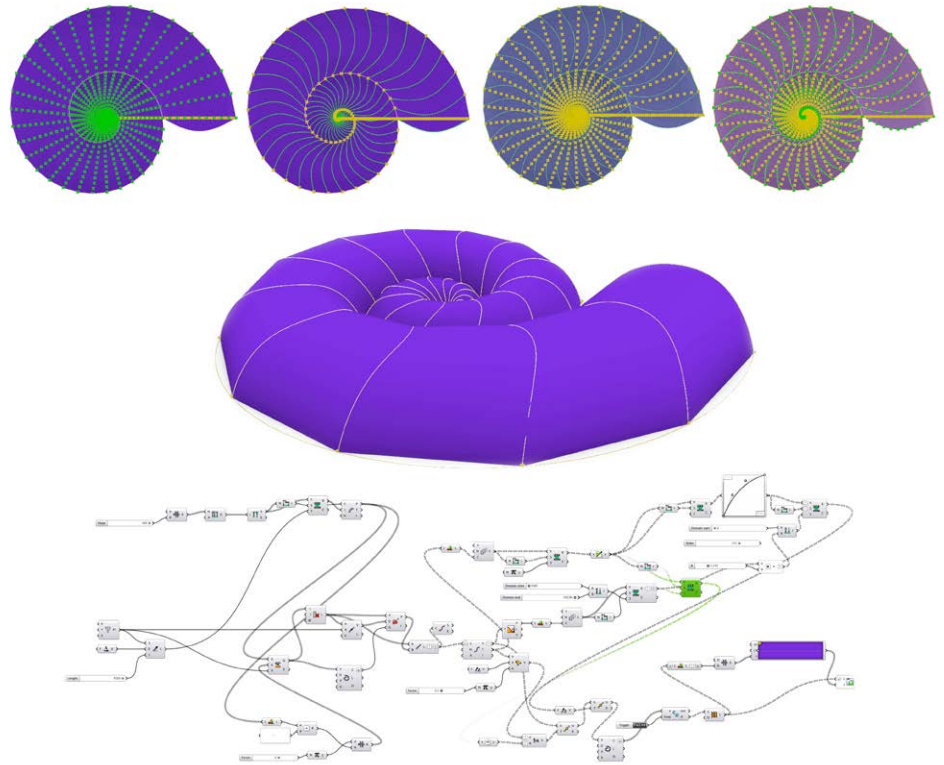


Fig. 3. Generative parameterization in Grasshopper of an equiangular spiral. Elaboration by the author.

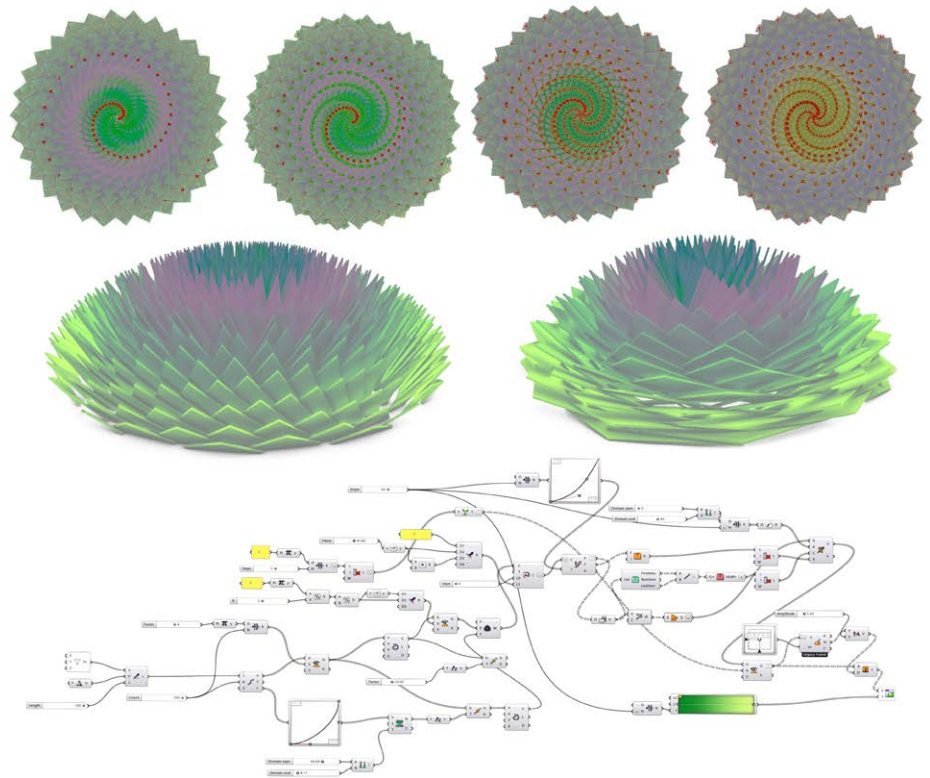


Fig. 4. Generative parameterization in Grasshopper of a radial symmetry. Elaboration by the author.

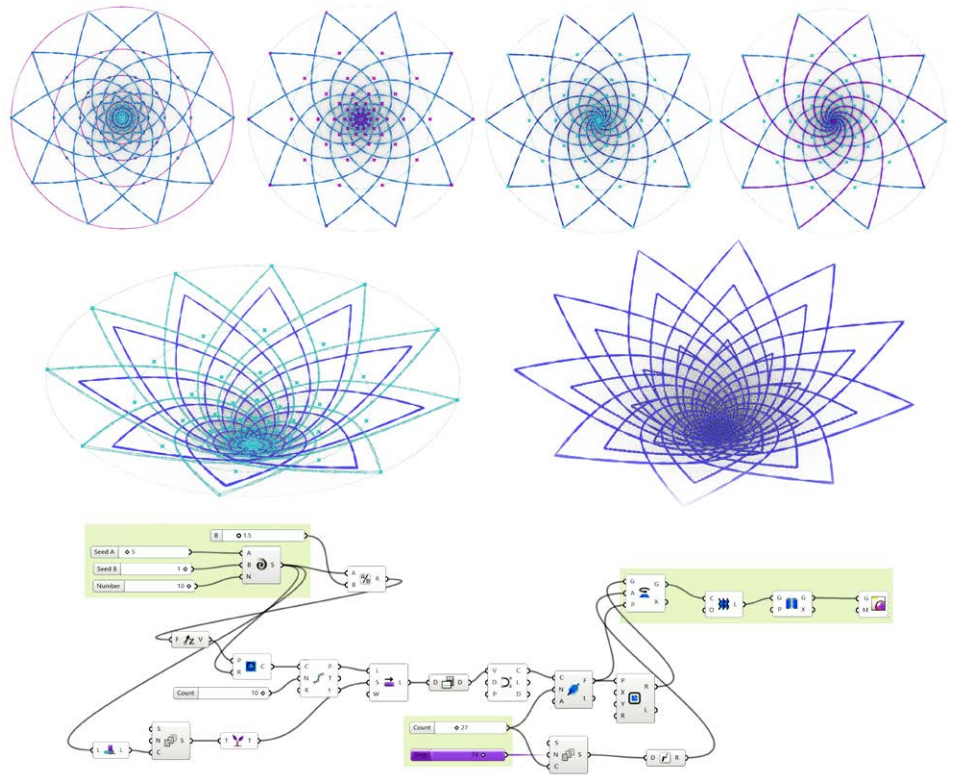


Fig. 5. Generative parameterization in Grasshopper of a radial symmetry. Elaboration by the author.

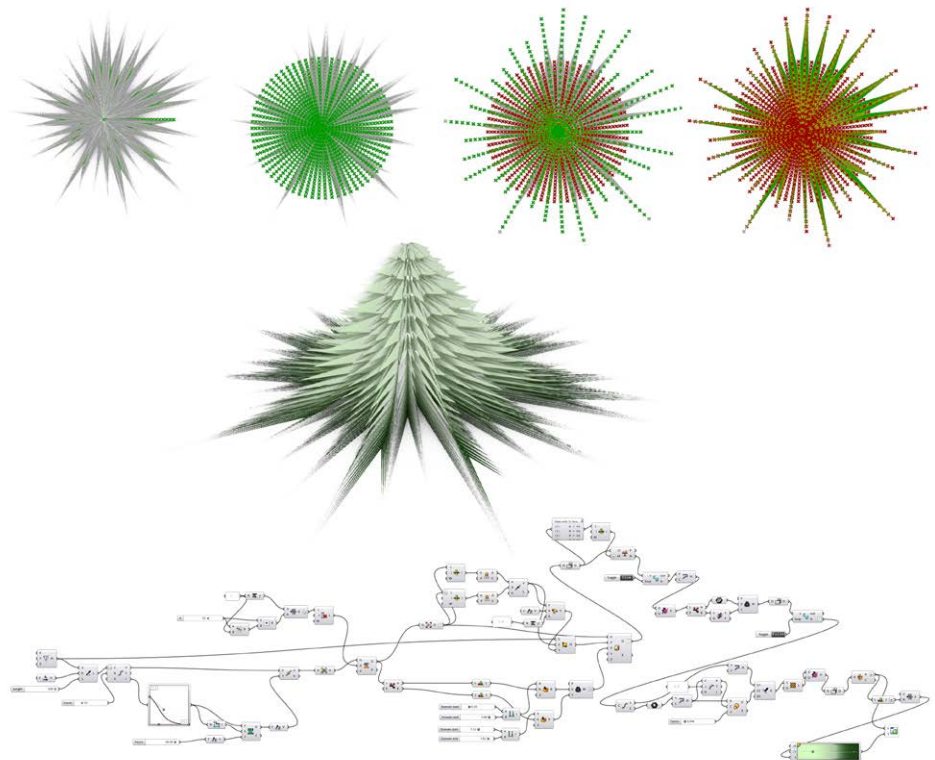


Fig. 6. Generative parameterization in Grasshopper of a radial symmetry. Elaboration by the author.



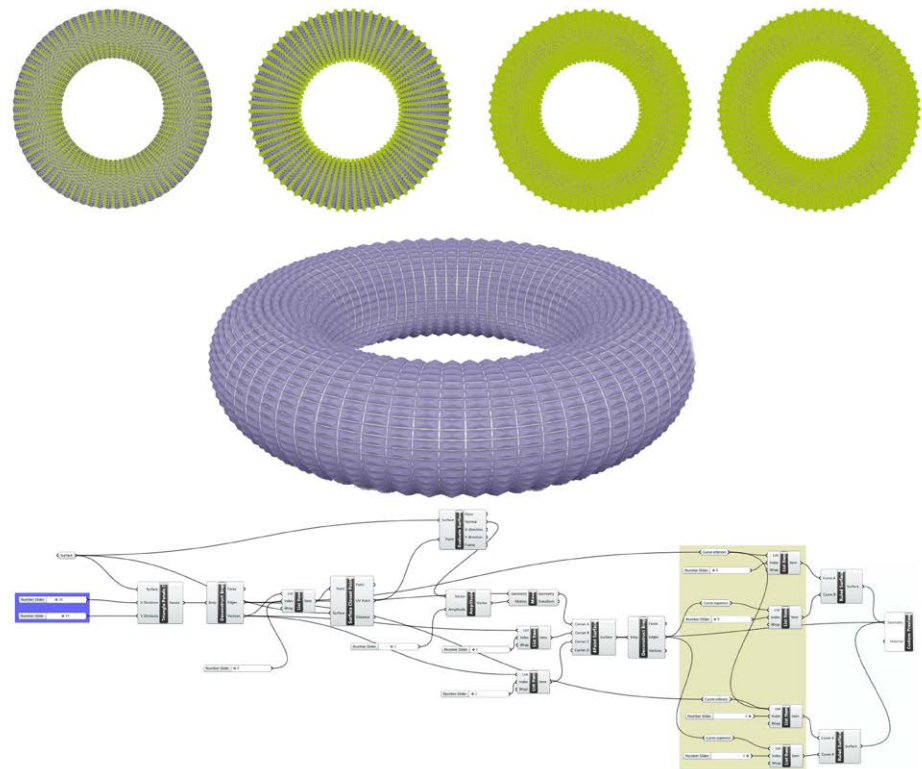


Fig. 7. Generative parameterization in Grasshopper of a radial symmetry, Elaboration by the author.

regular tetrahedron, the cube, the regular octahedron, the regular dodecahedron, the regular icosahedron, as well as all rotational solids, spheres, cones, cylinders, etc. enjoy radial symmetry (figs. 4-7). More generally, scalar generative modeling is the entire process of creation based on purely organic geometries (figs. 8, 9), particularly close to the relationships that define the world around us. These processes have in fact led to the search for new paths useful for linking new technologies with culture and design practice.

The rule, and therefore the process, takes the place of the result, which will be consequential to the chosen generative solution. The final result generated by a 'reverse' process is certainly not new, only making the thought behind complex and architecturally recognizable elements more democratic: from the spiral staircase of Blois Castle, through Gaudi's organic forms, until reaching the Deutsches Historisches Museum of Pei in Berlin [3].

Architects such as Nervi, Musmeci, Herzog and De Meuron, Le Ricolais, Candela, Buckminster Fuller, Gehry and Calatrava base their design thinking in the construction of strictly organic forms, in a perfect symbiosis between process and form. It is in this relationship that the element of measurement is inserted, directing the form towards different and ever new scalar applications.

With respect to the relationship between architecture and design, we would like to focus on the distinction made by Argan [1965] between the "measurement module" and the "object module". In line with what has been said regarding scalarity, the 'generative module' does not relate to measurement – understood as a physical and measurable quantity – but rather to the scale of visualization of the object, defining itself in an always different way, with respect to the expressive function to be given to the cultural world.

As described by Norman [2008], the project is the modeling generated by the environment to meet the needs of society and the individual, completely transversal to all disciplines. Design therefore has a multidisciplinary and multiscale nature, in which the formal process manages to override the dimension, placing the content at the centre, followed by the function [Rinaldi 2020].

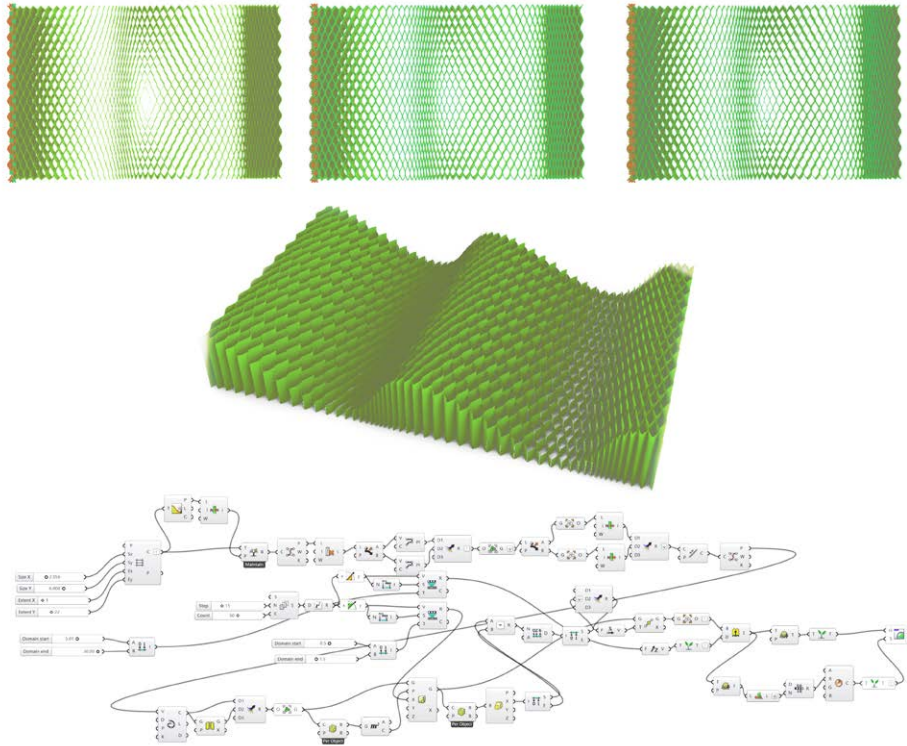


Fig. 8. Generative parameterization in Grasshopper of an organic geometry. Elaboration by the author.

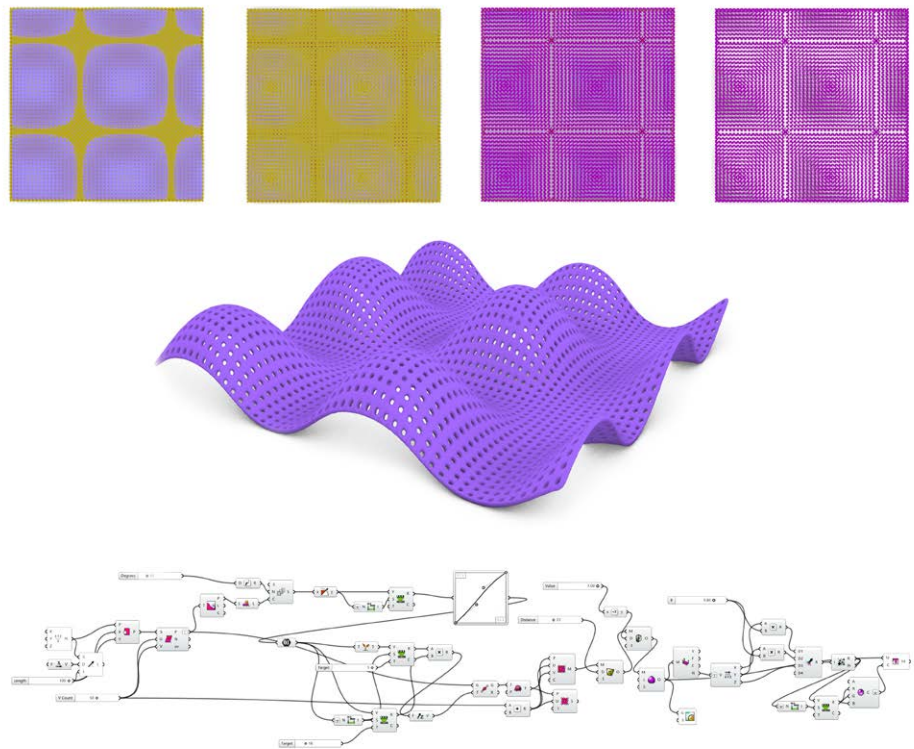


Fig. 9. Generative parameterization in Grasshopper of an organic geometry. Elaboration by the author.

With generative modeling, scaling the form, and therefore the object, takes precedence over scale and measurement, subsequently giving way to function. The generative architectural form becomes inspiration in the field of design, the theater of models closely similar to the architecture of the aforementioned architects, that is to say a biomimesis to which to aspire. Exactly as in architecture, design finds inspiring forms in 'scalar' living organisms [Sala, Sala 2005]; this is the case of the *Radiolaria* by Bernotat & co. [4], of the *Spirale* by Castiglioni for Alessi, of the *Form Follows Function* series by Saan Mulder, of the *Savoy* vase by Alvar Aalto, of the *Mendori* table lamp by Issey Myake for Artemide, of the *Tatlin* sofa by Mario Cananzi and Roberto Semprini for Edra, of the shower cubicle created by Benedini Associati for Agape, of the *Coffee table* by Aldo Brakker for Karakter Copenhagen and many others. The dichotomy between architecture and design is finally confirmed by Blanciak's 1001 illustrations [2008], hand drawings defined by "siteless" forms (fig. 10). In this production, although not strictly linked to demonstrating this connection, the scalar affinity between architecture and design appears tangible. The elements represented are in fact closely linked to the form understood as a primary element, usable at different scales and with different functions, in line with the processes linked to generative modelling.

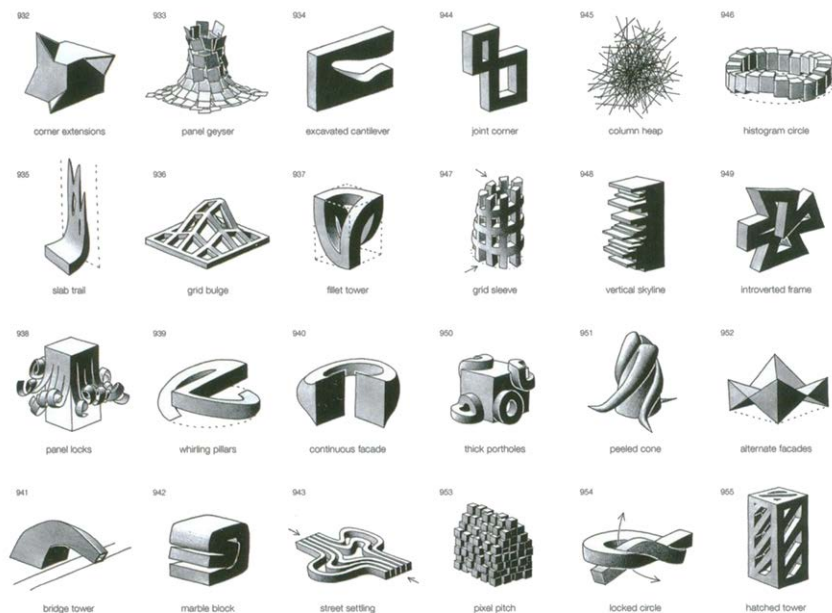


Fig. 10. Diagrams of "siteless" architectures [Blanciak 2008, pp. 78, 79].

## Conclusions

The expressions linked to geometric scalarity are intended to be food for thought regarding the use of generative modeling in the field of drawing, architecture and design. The process linked to generative modeling puts us face to face with a different way of thinking, creating and conceiving geometries and measurements, defining an inversion in creative thinking: from module-measurement to module-object.

The module – no longer proportional to the measurement, understood as an earthly and measurable quantity – becomes in direct relation to the representative space of the object, to be commensurate and scaled according to the consistency that the object will cover in real space. The morphology of Mandelbrot's amorphous therefore finds a perfect sequel in the space linked to the generative modeling process, capable of amplifying the logic of the model, connecting the image to its generative process. The form is therefore generated by the deconstruction of the founding elements, depending on the existing relationships between the different algorithmic processes, through which to understand the primordial forms of the project, in perfect correspondence between interpretation and representation.

## Notes

[1] Translation by the author.

[2] From which we can trace one of the first works of generative art.

[3] As for design, the examples are countless, among which we remember: the Sydney Opera House by Jørn Utzon, St. Mary's Cathedral and the Sports Hall by Pier Luigi Nervi, Los Manantiales by Felix Candela, the City of Culture by Galizia by Peter Eisenman, the Center Pompidou-Metz by Shigeru Ban, the Rolex Learning Center by SANAA, the Seattle Public Library by OMA+LMN, the Heydar Aliyev Center by Zaha Hadid Architects, the Metropol Parasol by Jürgen Mayer, Myzeil Shopping Mall by Studio Fuksas, the 30st Mary Ax by Foster and Partners and many others.

[4] *Radiolaria* it is the name given to some lamps in the shape of radiolarians, protozoans characterized by a siliceous skeleton, whose artistic form is analyzed in the treatise *Kunstformen der Natur* (1904) by Ernst Haeckel.

## References

AA.VV. (1962). *Almanacco letterario Bompiani. Le applicazioni dei calcolatori elettronici alle scienze morali e alla letteratura*. Milano: Bompiani.

Argan G.C. (1965). *Progetto e Destino*. Milano: Il Saggiatore.

Avella F. (2017). Aspetti metodologici per l'uso di modellatori parametrici di superfici nella progettazione architettonica. Un caso di studio. In AA. VV. *Territori e frontiere della Rappresentazione*. Atti del 39° convegno internazionale dei Docenti delle discipline della Rappresentazione – UID 2017, Napoli, 14-15-16 settembre, pp. 1733-1740. Roma: Gangemi.

Blanciak F. (2008). *SITELESS: 1001 Building Forms*. Cambridge: The MIT Press.

Chiesa G. (2015). *Paradigmi, tecnologie ed ere digitali. Il dato come parametro di innovazione in architettura e urbanistica*. Torino: Accademia University Press.

Eco U. (1962). La forma del disordine. In S. Morando (Ed.), *Le applicazioni dei calcolatori elettronici alle scienze morali e alla letteratura*, pp. 175-188. Milano: Bompiani.

Filippucci M. (2012). R2\_Rappresentazione al quadrato. Il disegno generativo per il rinnovamento della Geometria descrittiva. In L. De Carlo, R. Migliari, L. Carlevaris (Ed.), *Attualità della geometria descrittiva*, pp. 419-428. Roma: Gangemi.

Garroni E. (2015). *Immagine Linguaggio Figura: Osservazioni e ipotesi*. Bari: Laterza.

Gürsel Dino I. (2012). Creative design exploration by parametric generative systems in architecture. In *METU Journal of the Faculty of Architecture*, vol. 29, n. 1, pp. 207-224.

Le Corbusier (1948). *The Modulor*. Amazon Kindle.

Mandelbrot B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature*. New York: Times Books.

Norman D.A. (2008). *Il design del futuro*. Milano: Apogeo Education.

Purini F. (1966). *Lezione sul disegno*. Roma: Gangemi.

Ratti S. P. (2011). *Introduzione ai frattali in fisica*. Milano: Springer.

Rinaldi A. (2020). *Innovare attraverso il design e la tecnologia*. Milano: FrancoAngeli.

Sala N., Sala M. (2005). *Geometrie del design. Forme e materiali per il progetto*. Milano: FrancoAngeli.

Scodeller D., Antinori E. (2017). Design generativo e additive manufacturing. La produzione in serie di prodotti unici. In *MD Journal*, n. 3, pp. 28-41.

## Author

Sonia Mollica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, sonia.mollica@unirc.it

To cite this chapter: Sonia Mollica (2024). Modellazione generativa e morfologia dell'amorfo: per una scalarità geometrica/ Generative modeling and morphology of the amorphous: for geometric scalarity. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.), *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 501-520.