

Giuseppe De Giovanni, Cesare Sposito,
Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Palermo, Italia

giuseppe.degiovanni@unipa.it
cesare.sposito@unipa.it

Abstract. Il presente saggio offre un momento di riflessione critica sul dettaglio architettonico indagandone le potenzialità espressive e comunicative quando restituisce la prima idea del progettista o quando, come elemento o componente, concorre alla strutturazione e alla caratterizzazione dell'opera. Attraverso la letteratura di riferimento, l'uso diffuso delle tecnologie digitali e le più recenti ricerche sul tema, si approfondiranno i ruoli e le criticità che il dettaglio ha come interfaccia per la comprensione dell'intero sistema costruttivo e per la caratterizzazione delle architetture nel prossimo futuro.

Parole chiave: Ideazione; Disegno del dettaglio; Progettazione digitale; Materiali; Innovazione.

Se in Architettura il disegno «non è solo un documento che raccoglie dati e informazioni specifiche, ma reca inevitabilmente l'impronta dello stile e della personalità dell'autore, oltre a quella dell'epoca e del luogo in cui egli opera» (Ackerman, 2003), il disegno del dettaglio ne svela la natura, i suoi artifici, per conoscerne le parti che la compongono, per analizzarle, per poterle comprendere ed eventualmente modificarle o ripararle. Dello stesso parere è Franca Helg quando sottolinea come «Il disegno è lo strumento specifico, lo strumento principe del fare architettura: [...] esprime già il primo barlume di un'idea, ma poi, via via il pensiero si precisa. Si definisce. Si sostanzia. [...] Mediante il disegno si precisa il proprio pensiero, si trasmettono agli altri le proprie intenzioni, si controlla l'aspetto formale, si verifica l'eseguibilità. Il disegno comprende l'insieme ed il dettaglio» (Clemente, 2008).

Il disegno ha quindi la capacità di trasferire ciò che il pensiero elabora in visione, alla ricerca delle possibili soluzioni tecnologiche e tecniche per realizzare un manufatto o un prodotto, racchiudendo nella sua essenzialità la cultura tecnologica (poiesis) che il progettista ha maturato durante la sua esperienza. Un

Master's details. From hand-made drawing of the great masters to the digital drawing of Starchitects

Abstract. This essay offers a moment of critical reflection on architectural detail by investigating its expressive and communicative potential when it shows the first idea of the designer or when it contributes to the structuring and characterization of the work, as an element or component. Through the reference literature, the widespread use of digital technologies and the most recent research on the subject, we will deepen the roles and critical issues of the detail as an interface for understanding the whole building system and for the characterization of architecture in the near future.

Keywords: Creation; Detail drawing; Digital planning; Materials; Innovation.

If in Architecture, the drawing «is not just a document that collects specific data and information, but it inevitably

esempio di tale capacità evocativa è riscontrabile nel designer milanese Angelo Mangiarotti, che nella sua lunga carriera ha sempre disegnato, ritenendo che tale pratica rappresenti il solo strumento per la prima verifica di ciò che costituisce per il progettista il bagaglio della conoscenza materica dell'Architettura. Per Mangiarotti infatti il disegno non è solo una trasmissione dell'idea, ma in esso si devono potere leggere anche parametri di correttezza formale, materica, tecnica e storica: «Disegni che con acume raccontano [...] Forme e soluzioni tecniche trovate ragionando sulle caratteristiche di un materiale, di volta in volta sondato in profondità, radiografato, trovando piacere nel sviscerarne e comprenderne qualità ma anche individuandone carenze e difetti» (Finessi, 2002).

Oggi assistiamo a un cambio di paradigma nell'Architettura e a una trasformazione della pratica contemporanea, che vede il disegno sostituito sempre più spesso da strumenti digitali e una sempre maggiore specializzazione fra gli operatori del progetto esecutivo, con distinzione di ruoli fra i progettisti della forma e gli ingegneri del dettaglio. Infatti, nella prassi contemporanea se il principale campo di interesse dell'Architettura è la funzione "sociale" di un edificio, gli architetti sono chiamati prevalentemente a dare risposte formali alla complessità delle relazioni con i contesti urbani in cui s'insedia, privilegiando le geometrie articolate o «curvature modulate e transizioni di gradiente» (Schumacher, 2014) e delegandone gli sviluppi tecnico-esecutivi agli ingegneri o agli operatori specializzati.

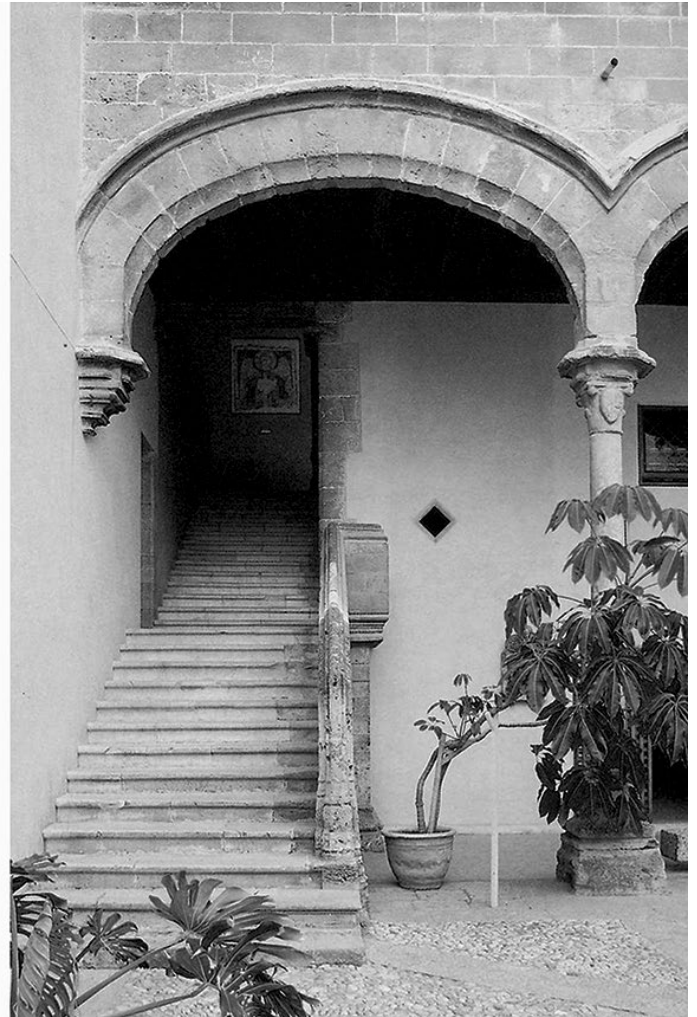
Alla luce di quanto sopra il presente saggio si propone come momento di riflessione critica sul dettaglio architettonico, indagandone le potenzialità espressive e comunicative quando restituisce la prima idea del progettista o quando, come elemento o

bears the imprint both of its author's style and personality, and of the age and place in which he works» (Ackerman, 2003) the detail drawing reveals Architecture's nature, its artifices, to know its components, to analyse them, to be able to understand and eventually modify or repair them. Franca Helg is of the same opinion when she underlines how «drawing is the specific instrument, the main instrument to create architecture: [...] it already shows the first glimmer of an idea that then gradually becomes precise. It is defined. It takes form. [...] Through drawing we define our own thoughts, we show our intentions to others, we control its formal aspect, we check its feasibility. The drawing includes the ensable and the detail» (Clemente, 2008).

Therefore, the drawing has the ability to transfer what our thought processes

into vision, looking for possible technological and technical solutions to create an artifact or a product, including in its essence the technological culture (poiesis) that the designer has developed during his experience. An example of this evocative ability is to be found in the work of the designer Angelo Mangiarotti from Milan. In his long career, he has always drawn, believing that this practice represents the only tool for the first test of what constitutes the baggage of the material knowledge of Architecture for the designer. In fact, according to Mangiarotti, drawing does not only transmit an idea, but it must also bear parameters of formal, material, technical and historical correctness: «Drawings that acutely illustrate [...] shapes and technical solutions found by reasoning on the characteristics of a material, deeply analysed time after time, ra-

01 |



diographed, enjoying turning it inside down and understanding its quality but also identifying deficiencies and defects» (Finessi, 2002).

Today we are witnessing a change of paradigm in Architecture and a transformation of contemporary practice. The drawing is increasingly replaced by digital tools and the operators of the detailed design are increasingly specializing, by separating the roles between the designers of the form and detail engineers. In fact, in the modern practice, if Architecture's main field of interest is the "social" purpose of a building, architects are mainly asked to give formal answers to the complex relations with its urban contexts, favouring well-structured geometries or «modulated curvatures and gradient transitions» (Schumacher, 2014) and delegating technical-executive developments to engineers or specialized

operators.

In light of the above, this essay aims to be a moment of critical reflection on architectural detail by investigating its expressive and communicative potential when it shows the first idea of the designer or when it contributes to the structuring and characterization of the work, as an element or component. In particular, through the reference literature, the ideas of some influential representatives of modern and contemporary architecture, the widespread use of digital technologies and the most recent research on the subject. We will deepen the roles and critical issues that the detail, on the one hand, had and still has as an interface for understanding the whole building system and, on the other, might have in the characterization of architecture in the near future.

About Detail

The transition from the idea to the sketch and finally to the detail is a fundamental step in the evolution of a project. The detail is already in the project, during creation: the more a sketch is exhaustive and comprehensible in its graphic information, the more the project will be coherent, correct and achievable, and its details will be thought and reasoned. In Architecture, "to detail" means "entering into" the nature of artifices, knowing their parts, analysing them in order to understand them. The increasing complexity of the architectural artifact raises the need to break it down, to know it in the depths of its components, to manage and control them. The "detail" is not written, it is only graphic, it must always be drawn, represented, illustrated and the little written information is only a caption, to better explain the parts

that make up that specific detail. In this regard, Chiara Visentin (2011) underlines that interpreting Architecture from its detail, means knowing it in its most sophisticated essence, not necessarily only in the technological conception: for example, the handle of the door of the Town Hall of Säynätsalo (1952) by Alvar Aalto is not a paradigm of the building because there is nothing similar to it in its form or materials, but it is recognizable as it is connected to the poetic motif of its furniture or the other handles.

However, many contemporary designers (such as Lynn and Koolhaas) consider the detail almost "unnecessary", "useless" or "unwanted" while others, like Zaha Hadid, express perplexity about its role: «I don't understand the concern for details in a European sense – an excessively obsessive idea. But on the other hand, if you want to

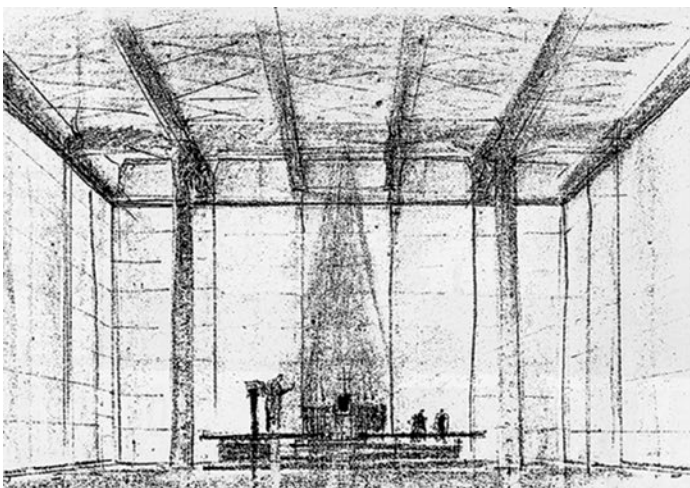
componente, concorre alla strutturazione e alla caratterizzazione dell'opera. Nello specifico, attraverso la letteratura di riferimento, la visione di alcuni autorevoli rappresentanti dell'architettura moderna e contemporanea, l'uso diffuso delle tecnologie digitali e le più recenti ricerche sul tema si approfondiranno ruoli e criticità che il dettaglio da un lato ha avuto e ha tutt'oggi come interfaccia per la comprensione dell'intero sistema costruttivo, dall'altro potrà avere nella caratterizzazione delle architetture del prossimo futuro.

Sul dettaglio

Il passaggio dall'idea allo schizzo e infine al dettaglio è fase indispensabile nel processo di evoluzione del progetto. Il dettaglio nasce già nel progetto, nell'atto dell'ideazione: più uno schizzo sarà esaustivo e comprensibile nelle sue informazioni grafiche, più il progetto risulterà coerente, corretto e realizzabile, e i suoi dettagli pensati e ragionati. In Architettura "dettagliare" significa 'entrare dentro' la natura degli artifici, conoscerne le parti, analizzarle per poterle comprendere: con l'aumentare della complessità del manufatto architettonico cresce anche la necessità di scomporlo, conoscerlo nell'intimo dei suoi componenti, per poterli anche gestire e controllare. Il "dettaglio" non è scritto, è solo grafico, deve essere sempre disegnato, rappresentato, illustrato e le poche informazioni scritte sono solo didascaliche, per una migliore esplicitazione delle parti che costituiscono quel determinato particolare. A tal proposito, Chiara Visentin (2011) sottolinea che interpretare l'Architettura dal suo dettaglio vuol dire riconoscerla nella sua essenza più sofisticata, non necessariamente solo nella concezione tecnologica: ad esempio, la maniglia della porta del Municipio di Säynätsalo (1952) di Alvar

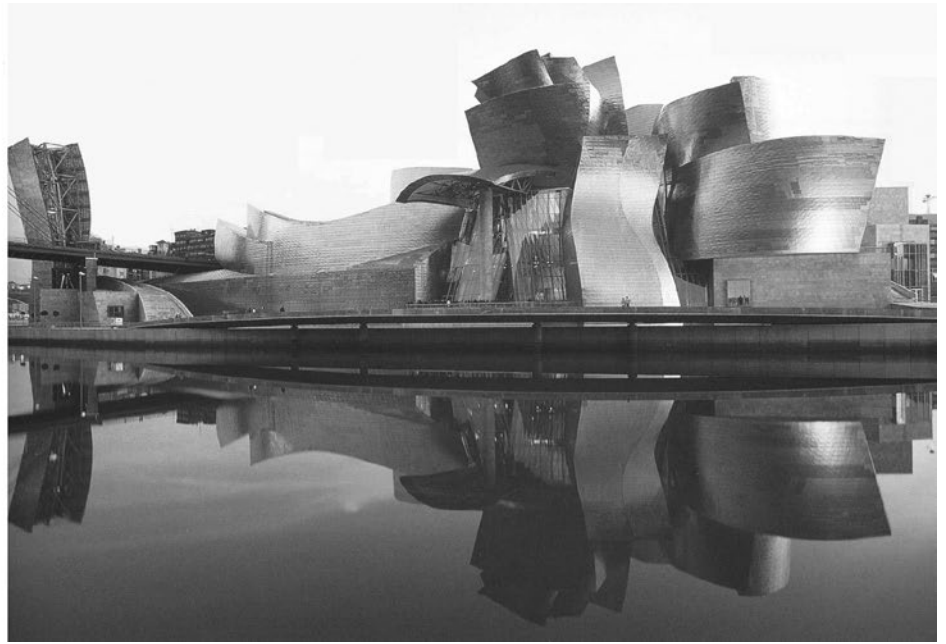
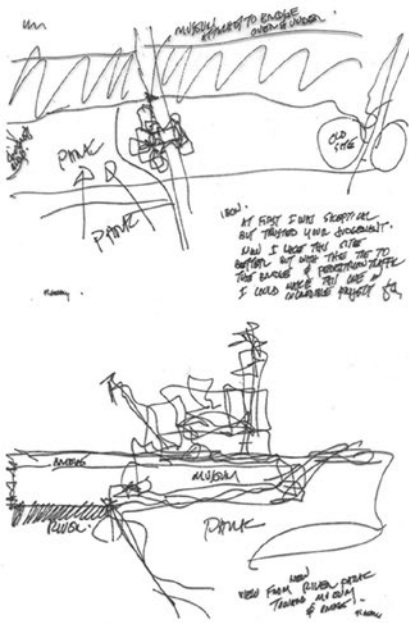
Aalto non è un paradigma dell'edificio perché non vi è nulla di simile nella forma o nel materiale, ma è riconoscibile in quanto si collega al motivo poetico dei suoi mobili o delle altre maniglie. Tuttavia molti progettisti contemporanei (come Lynn e Koolhaas) ritengono il dettaglio quasi "superfluo", "inutile" o "indesiderato" mentre altri, come Zaha Hadid, esprimono perplessità sul suo ruolo: «Non capisco la preoccupazione per i dettagli in senso europeo – questa idea troppo ossessiva. Ma d'altra parte, se si vuole fare un edificio moderno veramente buono, allora il lavoro deve essere molto ben dettagliato [...] Mi sono resa conto che dovevo inventare un nuovo linguaggio per disegnare e dipingere, per reinventare alcuni metodi di dettaglio per far sembrare che non ci siano dettagli» (Middleton, 1996). Altri ancora, come Peter Rice (1994), individuano nel "giunto" il luogo principe del dettaglio, esemplificando tale concetto facendo riferimento al Centro Pompidou di Piano e Rogers: «Rendere il giunto l'essenza della soluzione ha espresso in modo conciso lo spirito che volevamo trasmettere [...]. Spesso è l'espressività della giunzione che umanizza le strutture conferendogli una sensazione di amicizia».

Allora, se il processo attuativo interessa un approccio pratico oltre che teorico, l'analisi di un particolare 'luogo esecutivo', definibile come "nodo", porterà a una maggiore e migliore comprensione dell'intero processo e del progetto di architettura. Il "giunto" o "nodo" o "articolazione" fornirà informazioni tecnologiche e prestazionali sulla sua natura e sulla sua funzione, in relazione alla totalità architettonica cui appartiene. Il "nodo" diviene così luogo di verifica dove è possibile individuare se un progetto è coerente in tutti i suoi aspetti, che vanno dall'architettura al costruito, dalla funzionalità all'estetica. Si pensi ai pilastri cru-

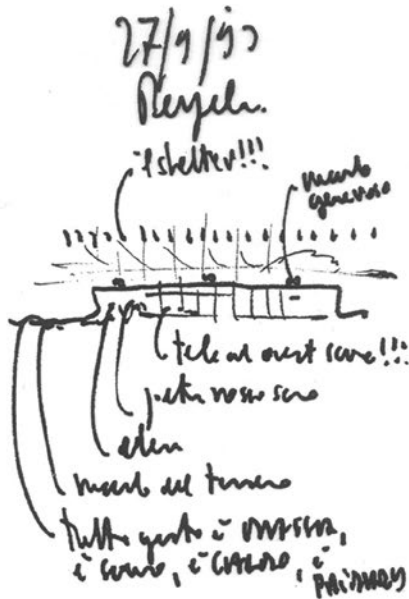


| 02

03 |



04 |



make a really good modern building, then the work must be very well detailed [...] I realized that I had to invent a new language for drawing and painting, to reinvent some detail methods to make as if there are no details» (Middleton, 1996). Others, as Peter Rice (1994), identify in the ‘joint’ the principal point of the detail, explaining this concept by referring to the Pompidou Centre of Piano and Rogers: «Making the joint the essence of the solution briefly expressed the spirit we wanted to convey. [...] Often it is the expres-

siveness of the jointing which humanizes the structures, and gives them their friendly feel». Then, if the implementation process involves both a practical and a theoretical approach, the analysis of a particular ‘executive site’, defined as a ‘joint’, will lead to a greater and better understanding of the whole process and of the architectural project. The different types of ‘joint’ will provide technological and performance information on its nature and its function, in relation to the architectural complex to which

it belongs. The ‘joint’ becomes a testing point where it is possible to identify whether a project is coherent in all its aspects, ranging from architecture to the building, from functionality to aesthetics. Think of the cruciform pillars by Mies van der Rohe for his Pavilion at the 1929 International Exposition in Barcelona or for the Tugendhat House in Brno in 1930. Think of the structural glass panels by Peter Rice for the bioclimatic greenhouses of La Villette in Paris (1980-1986), and earlier, of the pointed arch structures of

Gothic cathedrals, the vaults of Roman architecture, the Greek columns and architraves. Therefore, the ‘executive detail’ cannot be considered purely as a technical terminal phase in the design process, which takes over as control and verification on an appropriate scale of the project, but must proceed in parallel from the first design approaches, from the conceptual phase, from the first sketch. It is often a ‘technological joint’ to give life to a great work: the intuition found in a joint, in the inter-

ciformi di Mies van der Rohe per il Padiglione all'Esposizione Internazionale di Barcellona del 1929 o per la Casa Tugendhat a Brno del 1930, alle vetrate strutturali di Peter Rice per le serre bioclimatiche de La Villette a Parigi (1980-1986) ma ancor prima alle strutture a sesto acuto delle cattedrali gotiche, alle volte dell'architettura romana, alle colonne e alle architravi greche.

Il "dettaglio esecutivo" non può essere, quindi, considerato nel processo progettuale una fase terminale puramente tecnica che subentra come controllo e verifica a scala opportuna di quanto progettato, ma deve procedere parallelamente fin dai primi approcci progettuali, fin dalla fase ideativa, fin dal primo schizzo. Spesso è un "nodo tecnologico" a dare vita a una grande opera: è l'intuizione ritrovata in un incastro, in un incrocio di parti ed elementi. Il designer, il più delle volte, disegna un "nodo" e poi l'insieme, per la sua innata necessità d'indagare la propria idea prima alla piccola scala, come se volesse verificare fin dall'inizio la capacità della sua intuizione. A tal proposito, nel 1985 Richard Rogers scriveva che ogni edificio deve seguire delle gerarchie attraverso la scomposizione in elementi e sotto-elementi organizzati gerarchicamente secondo un ordine chiaro e leggibile, tali da creare un vocabolario in cui ogni parte esprime il suo processo di produzione, conservazione, montaggio e smontaggio (Jencks e Krop, 1997).

È inoltre da rilevare come nella Storia della Tecnologia, prima della specializzazione e della razionalizzazione dell'era industriale, il "dettaglio esecutivo" e la locuzione "eseguito a perfetta regola d'arte" fossero patrimonio sia del costruttore sia del progettista: se al primo era demandata la responsabilità della realizzazione, il secondo ne conosceva a priori l'esito finale. Oggi, la distinzione che sempre più si sta creando fra progetto definitivo

section of parts and elements. Most of the time, the designer draws a "joint" and then the rest, for his innate need to investigate his own idea first on the small scale, as if he wanted to verify since the beginning the capacity of his intuition. In this regard, in 1985 Richard Rogers wrote that every building must follow hierarchies by breaking it down into elements and sub-elements hierarchically organized in a clear and understandable order, to create a vocabulary in which each part expresses its production, conservation, assembly and disassembly process (Jencks and Krop, 1997).

It should also be noted that in the History of Technology, before the specialization and rationalization of the industrial era, the "executive detail" and the sentence "executed in a workmanlike manner" were the heritage both of the builder and the designer. If the builder

had the responsibility for the implementation, the designer knew the final outcome from the start. Today, the increasing distinction between the final project and the detailed design seems to give to the details a subordinate position, accentuating the many critical issues of the design process that often «seem as inefficiencies attributable to three categories: organization, design management and design development» (Esposito and Bosi, 2018). They are caused by factors that can act at the same time, such as the insufficient preliminary definition of objectives and requirements, the inadequate communication within the technical team or the lack of human and financial resources optimization during the different project's development and implementation stages. Moreover, there are other factors such as the standard to respect, the contractual aspects and

e progetto esecutivo sembra porre i dettagli in una posizione subordinata, accentuando le numerose criticità presenti nel processo di progettazione che spesso «si riflettono come inefficienze riconducibili a tre categorie: organizzative, di gestione della progettazione e di sviluppo della progettazione» (Esposito e Bosi, 2018). Esse sono causate da fattori che possono agire in concomitanza, come l'insufficiente definizione preliminare di obiettivi e di requisiti, l'inadeguata comunicazione all'interno del team tecnico o la mancata ottimizzazione delle risorse umane e finanziarie durante le diverse fasi del processo. A ciò si aggiungono altri fattori come le norme da rispettare, gli aspetti contrattuali e i requisiti di qualità che possono influenzare i dettagli a tal punto da compromettere un intero progetto: un eclatante esempio è costituito dalla querelle giudiziaria sorta durante la realizzazione dell'Auditorium di Roma (1995-2002) progettato da Renzo Piano e caratterizzato da soluzioni architettoniche innovative ma prive di dettagli esecutivi adeguati, dissimulati come oneri di cantierizzazione a totale carico dell'impresa esecutrice (Sposito, 2005).

Tecnologie digitali e governo del progetto

favorendo soluzioni adeguate alla complessità formale e organizzativa delle nuove architetture contemporanee, determinando cambiamenti senza precedenti anche nei processi di progettazione e di fabbricazione (Oxman, 2017): trasformazione dei processi, progettazione digitale (algoritmica, parametrica e generativa) basata sulle prestazioni, BIM, simulazioni con realtà virtuale e aumentata, fabbricazione digitale e nuovi metodi di costruzione

In risposta alle criticità segnalate, le innovazioni e gli sviluppi nelle tecnologie digitali stanno

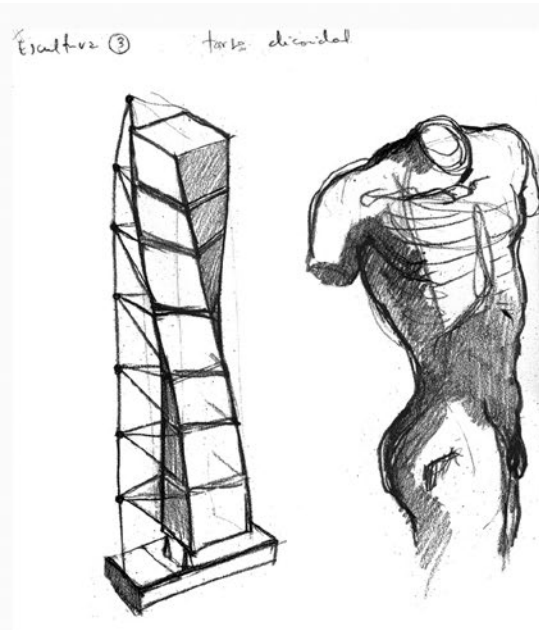
the quality requirements that can affect the details causing the jeopardy of an entire project: a striking example is the judicial controversy that arose during the construction of the Rome Auditorium (1995-2002) designed by Renzo Piano and characterized by innovative architectural solutions but lacking adequate executive details, disguised as construction site charges to be fully charged to the contracting company (Sposito, 2005).

Digital Technologies and Project Management

In response to the reported critical issues, innovations and digital technology developments are supporting solutions suited to the formal and organizational complexity of new contemporary architectures, leading to unprecedented changes even in the design and manufacturing processes

(Oxman, 2017). Transformation of processes, digital design (algorithmic, parametric and generative) based on performance, BIM, simulations with virtual and augmented reality, digital manufacturing and new construction methods contribute to a paradigm shift in Architecture and a transformation of contemporary practice (Lerner, 2012). Digital tools are proving to be decisive – compared to the past decades in which the representation of an architectural design was developed with manual elaborations that included many descriptive and scale projects – to bridge the gap between visual representation and construction technology. This happens thanks to the possibility of correctly representing complex geometries, to pass in a more direct and fast way to the three-dimensional verification already in the conceptual phase (Marsault, 2017) and

05 |



06 |



to eliminate the inefficiencies and errors that usually appear while passing from the detailed design to its implementation.

Although the new tools are more demanding than the traditional ones and require a capacity and an awareness that the operators of the sector do not always have, it is undisputed that the joint use of digital design and manufacturing – also thanks to the increasingly user-friendly software interfaces (Ajla, 2016) – provides new and impressive support to the designer to explore the limits of matter and form, opening up new possibilities for the conception and realization of architecture and its details. In fact, regardless of the type, size or complexity of the artefacts, the aforementioned functionalities allow

to repeat conceptual approaches or to study and evaluate in real time different design and construction solutions within the limits of size and tolerance of the current manufacturing tools. The two following examples help to understand these working methods. In the first case, the drawing is necessary only in the conceptual phase, since its production is translated into bits and entrusted to robots. In the second case, it is fundamental for all the creative, design and realization phases, as the canonical operators of the building process are involved.

The Institute for Computational Design (ICD) of the University of Stuttgart in collaboration with the Institute of Building Structures and Structural Design (ITKE) have explored the po-

tential of an integrated approach between parametric design and digital manufacturing for the construction of light structures, trying to apply it to the small *ICD/ITKE 2013-2014 Research Pavilion*. The biomimetic structure was built with a polymeric matrix material with a double-layer glass and carbon fibre, connected by curved support elements to strengthen the support and allow greater geometric freedom. While conventional manufacturing methods for fibre composite systems require the moulds, the Pavilion was built with just two six-axis industrial robots facing each other that have woven a series of 32 irregular hexagonal modules also made of steel to be assembled.

In the *Louisiana State Museum and*

Sports Hall of Fame in Natchitoches (Trahan Architects, 2013), the rigid outer casing (with copper panels and horizontal plates for microclimate control) is in contrast with the entrance and the central space of the building atrium which are inspired by the geomorphology of the river thanks to molten stone elements with organic shapes. The geometric complexity of the interiors has required the use of BIM software, to better control the millimetric tolerances of the production (with moulds) and the assembly of the 1.100 stone panels, each one designed as a single component with unique dimensions and shape.

Therefore, there are many design methods that develop procedures supported by many tools and elabo-

contribuiscono a un cambio di paradigma nell'Architettura e una trasformazione della pratica contemporanea (Lerner, 2012). Gli strumenti digitali si stanno rivelando determinanti – rispetto ai passati decenni in cui la rappresentazione del progetto di architettura si sviluppava con elaborazioni manuali che prevedevano vari passaggi descrittivi e di scala – per colmare il divario fra rappresentazione visiva e tecnologia di costruzione, grazie alla possibilità di rappresentare correttamente geometrie complesse, di procedere in maniera più diretta e veloce alla verifica tridimensionale già nella fase ideativa (Marsault, 2017) e di eliminare le inefficienze e gli errori che solitamente si manifestano nel passaggio dal progetto esecutivo alla sua realizzazione.

Nonostante i nuovi strumenti siano più impegnativi rispetto a quelli tradizionali e richiedano una capacità e una consapevolezza che non sempre si riscontrano negli operatori del settore, è indiscusso che l'uso congiunto di progettazione e fabbricazione digitali – anche grazie alle interfacce dei software sempre più user-friendly (Ajla, 2016) – fornisca nuovi e formidabili supporti al progettista per esplorare i limiti di materia e forma, aprendo nuove possibilità all'ideazione e realizzazione tanto delle architetture quanto dei relativi dettagli. Infatti, indipendentemente dalla tipologia, dalla dimensione o dalla complessità dei manufatti, le citate funzionalità permettono di iterare approcci concettuali o di studiare e valutare in tempo reale soluzioni progettuali e realizzative differenti entro i limiti di dimensione e tolleranza degli attuali strumenti di fabbricazione. I due esempi che seguono contribuiscono alla comprensione di queste modalità operative: nel primo caso il disegno è necessario solo nella fase ideativa, essendo la realizzazione tradotta in bit e affidata ai robot; nel secondo è indispensabile in tutte le fasi ideativa, progettuale

ration techniques combinations with traditional and digital portrayal. Two of them represent the evolution of the design process of the last twenty years (Vanini, 2010). The first method, known as Reverse Modelling – which counts among its supporters Frank O. Gehry – establishes that the conception of the idea is returned, in the first place, in a traditional way, through paper sketches, and then through a three-dimensional physical model (the plastic), which is transformed into a digital model through a laser scanner. From that moment, the design evolution proceeds exclusively by digital means, sometimes supported by new physical models, up to the achievement of the final model, from which to obtain the two-dimensional final drawings, some of which are not necessary if the realization of the project is entrusted to numerical control machining. A sec-

ond design method requires that the form is conceived directly through the software, creating complex surfaces, difficult to represent with traditional geometry, to which specific functions can be assigned.

The difference between the two methods lies in the fact that the second does not allow the designer to really anticipate the work and in the new role he attributes to the drawing; it is declassified from "on going control" tool to "a subsequent control" tool, no longer following the entire process – from conception to execution – through graphically reproducible actions. When the drawing loses its role on the creation of the project idea, to hide in the numerical format of the computer language, then it appears the risk of "randomness" that transforms the designer into an unaware subject who does not fully understand the

e realizzativa, in quanto sono presenti gli operatori canonici del processo edilizio.

L'Institute for Computational Design (ICD) dell'Università di Stoccarda in collaborazione con l'Institute of Building Structures and Structural Design (ITKE) ha esplorato le potenzialità di un approccio integrato fra progettazione parametrica e fabbricazione digitale per la realizzazione di strutture leggere, sperimentandone l'applicazione nel piccolo *Padiglione di Ricerca ICD/ITKE 2013-2014*. La struttura, d'impronta biomimetica, è costituita da un materiale di matrice polimerica con fibra di vetro e di carbonio a doppio strato, collegato da elementi di supporto curvi per irrobustire il supporto e favorire maggiori libertà geometriche. Mentre i metodi di realizzazione convenzionali per i sistemi compositi di fibre richiedono la presenza di stampi, il Padiglione è stato realizzato con soli due robot industriali a sei assi posti uno di fronte all'altro che hanno tessuto una serie di 32 moduli esagonali irregolari e in acciaio da assemblare.

Nel *Louisiana State Museum e Sports Hall of Fame* a Natchitoches (Trahan Architects, 2013), in contrasto con il rigido involucro esterno (rivestito con pannelli di rame e lamelle orizzontali per il controllo del microclima) l'ingresso e lo spazio centrale dell'atrio s'ispirano alla geomorfologia del fiume grazie alla presenza di elementi in pietra fusa con forme organiche. La complessità geometrica degli interni, ha imposto l'utilizzo del BIM, per meglio controllare le tolleranze millimetriche della produzione (con stampi) e dell'assemblaggio dei 1.100 pannelli, ciascuno pensato come un componente unico, con dimensioni e forma diverse rispetto a tutti gli altri.

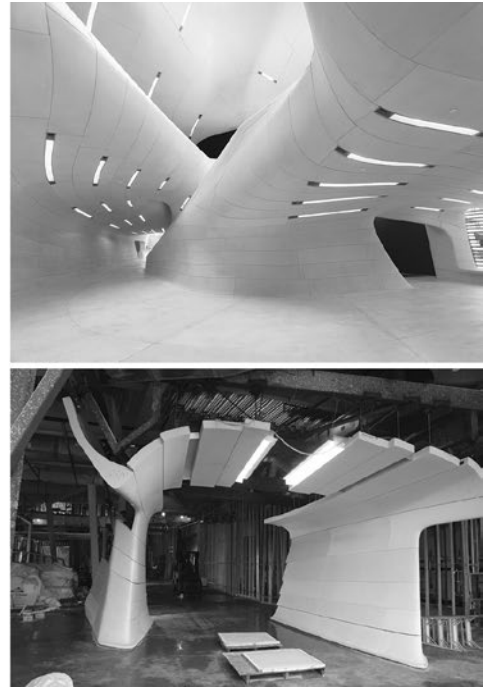
Diversi sono quindi i metodi progettuali impiegabili che a loro volta sviluppano procedimenti supportati da svariate combina-

formal transformations induced by the digital tool on his project, since the possibility of seeing the change is discontinuous and belongs to the future. Nevertheless, in practice, the infinite possibilities generated by new digital configuration techniques allow to find non-prefigured and random elements, often accepted as valid ideas for elaboration, giving the project, as Patrick Schumacher states (2004), a «productive indeterminacy».

It is clear that with the increasing design complexity in digital design it is difficult to separate the conceptual aspects from the representative ones, establishing a "symbiotic relationship" between them that does not allow to establish if the digital tool represents the real intentions of the designer or if the tool itself suggests the development of the project. Zaha Hadid, probably, provides an operational

solution. She suggests the need to integrate sketches and digital drawings: «While you're working on the drawing, it is possible to gradually reach a degree of conceptualization which is somehow missing in the computer rendering. [...] When drawing a perspective by hand you can decide that you want to show and edit out some other things. It's not about wire-framing» (Schumacher, 2004).

Zaha Hadid Architects' project for the *Dongdaemun Design Park and Plaza* façade in Seoul (2014) is one of the rare cases where, through continual control of the digital drawing, the desired project and detail definition is achieved. In the specific case, in fact, the tectonics of organic matrix is enhanced by the definition of the details through two technical solutions. First, through the mesh of the aluminium cladding panels, which differ in number and size



zioni di strumenti e tecniche di elaborazione con rappresentazione tradizionali e digitali. Tra i tanti, due rappresentano l'evoluzione del processo progettuale degli ultimi vent'anni (Vanini, 2010). Il primo metodo, noto sotto il nome di Reverse Modelling e che annovera fra i suoi sostenitori Frank O. Gehry, prevede che il concepimento dell'idea sia restituito, in prima battuta, in modo tradizionale – mediante schizzi cartacei – e successivamente attraverso un modello tridimensionale fisico (il plastico), poi trasformato in modello digitale attraverso un laser scanner. Da questo momento l'evoluzione progettuale procede esclusivamente per via digitale, talvolta con il supporto di nuovi modelli fisici, fino al raggiungimento del modello ritenuto definitivo, da

according to the different degrees of curvature of the casing. Second, for the optimization of the iso curves (and therefore of the joints) that improve the plasticity of the volume. The need to light up some rooms is solved by using panels that seem to be placed and perforated randomly, therefore enhancing the organic footprint chosen by Zaha Hadid.

Future Developments for the Detail and Pending Issues

Although the building artifact is a perfectly balanced assembly of parts, the architectural production, from the Modern Movement to the contemporary one, shows how cyclically there has been a tendency to design seamlessly artifacts (without joints). Due more for the will to attribute symbolic values to it than for the possibilities offered by the technique and the tech-

nological innovation of the moment. This is demonstrated by the fact that if in 1906 Hendrik Petrus Berlage proclaimed the death of the 'joint' and in 2006 Greg Lynn declared the death of the detail – and therefore the dead the joint – in this period we find examples where the work is identified by its detail. Such as the Barcelona Pavilion (1929), with its cruciform pillars covered in steel, and the Pompidou Centre (1977), characterized by "hierarchical details" and "interchangeable parts". And if in these hundred years, many Modern and Contemporary Architecture protagonists have expressed their thoughts on detail in many different publications, it is certainly worth mentioning those journals that gave them the possibility, through monographic issues on the subject, of a direct confrontation. Among these: *Architectural Record*, which in 1964 invited

cui ricavare gli elaborati grafici esecutivi bidimensionali, alcuni dei quali non necessari qualora la produzione del progetto venisse affidata a macchine a controllo numerico. Un secondo metodo di progettazione prevede che la forma sia concepita direttamente attraverso il software, creando superfici complesse, difficilmente rappresentabili con la geometria tradizionale, cui assegnare specifiche funzioni.

La differenza fra i due metodi sta nel fatto che il secondo non consente al progettista una prefigurazione reale dell'opera e nel nuovo ruolo che egli attribuisce al disegno, declassandolo da strumento di 'controllo in itinere' a strumento di 'controllo a posteriori', non seguendo più l'intero processo – dalla concezione

seven important designers (including Breuer and Johnson) to provide some examples of their 'architectural details' with a brief essay. *Detail*, which in 2000 published the number 8 entitled *The Purpose of Details*, inviting sixteen Architects, including Ando, van Berkel and Bros, Cucinella, Ito, Koolhaas, MVEDV and Siza. *Architectural Design*, which in 2014 published the number 4 with the title *Future Details of Architecture* collecting, among others, the contributions of Ford, Schittich, Schumacher, Ratti and Tibbitts. Although the vision and ideas of the different authors are similar – as they consider the architectural detail a "superfluous" element that can be omitted without adverse technical consequences – the authors of the two less recent journals consider the detail at most an element to be relegated to the small scale. In other words, although

technically necessary, the detail must be hidden or minimized to avoid detracting attention from the larger message conveyed by the abstract nature of the artifact. The third journal explicates what Edward Ford (2011) had anticipated in his careful analysis on architectural detail. Namely, in the near future, due to digital manufacturing, the detail risks to become marginal, being influenced by a tendency to 'produce' printed buildings without joints and zero tolerances.

Actually, digital technologies seem to push the detail towards smaller scales, from mini to micro and nano, rather than towards its disappearance. It becomes invisible to the human eye, now affecting more than ever the matter, it is printable with new physical properties and controllable behaviours, challenging or emulating nature (Mogas *et al.*, 2015; Pawlyn, 2016). Some recent

alla esecuzione – attraverso azioni ricostruibili graficamente. Quando il disegno perde il proprio ruolo formativo dell'idea progettuale, per nascondersi nella veste numerica del linguaggio informatico, s'introduce allora il rischio della "casualità" che trasforma il progettista in un soggetto inconsapevole il quale non comprende appieno le trasformazioni formali indotte dallo strumento digitale sul suo progetto, poiché la possibilità di visualizzare le variazioni sono discontinue e appartengono a momenti successivi. Nonostante ciò, nella pratica, le infinite possibilità generate dalle nuove tecniche di composizione digitale consentono d'incorrere in elementi non prefigurati e casuali, spesso accolti come validi spunti di elaborazione, conferendo al progetto, come afferma Patrick Schumacher (2004), una «produttiva indeterminazione».

Ciò che appare chiaro è che con l'aumentare della complessità progettuale nel disegno digitale risulta difficile separare gli aspetti concettuali da quelli rappresentativi, instaurandosi fra essi un "rapporto simbiotico" che non permette di determinare se lo strumento digitale rappresenti i reali intendimenti del progettista oppure se sia lo strumento a suggerire lo sviluppo del progetto. Una soluzione operativa sembra fornirla Zaha Hadid la quale prospetta la necessità dell'uso integrato fra schizzi e disegni digitali: «Quando si lavora sul disegno è possibile raggiungere via via un grado di concettualizzazione al quale, per diverse ragioni, non si perviene usando il computer. [...] Quando si disegna a mano una prospettiva, si può decidere di evidenziare certe cose e di tralasciarne altre. Non accade lo stesso quando si usa il wireframing» (Schumacher, 2004).

Il progetto di Zaha Hadid Architects per la facciata del *Dongdaemun Design Park and Plaza* a Seoul (2014) è uno dei rari casi



in cui, attraverso il continuo controllo del disegno digitale, si perviene al progetto desiderato e alla definizione del dettaglio. Nel caso specifico infatti, la tettonica di matrice organica viene esaltata dalla definizione dei dettagli attraverso due soluzioni tecniche: in primo luogo attraverso la maglia dei pannelli in alluminio di rivestimento, che si differenziano per numero e dimensione in relazione ai diversi gradi di curvatura dell'involucro; poi per l'ottimizzazione delle isocurve (e quindi dei giunti) che migliorano la plasticità del volume. La necessità d'illuminare alcuni ambienti è risolta con l'utilizzo di pannelli che sembrano essere

and concrete applications prove it: those related to the programming of materials, printable in 4D, capable of retaining information and changing their state of matter when exposed to water (Tibbits, 2014); Project Cyborg, a meta-platform on cloud developed by Bio/Nano/Programmable Matter Autodesk Research group, which enables flexible bio-inspired design at different scales, making it possible to print new materials or high-performance building components (Benjamin *et al.*, 2014). DNADisplay, developed by Skylar Tibbits together with his partners at MIT, which develops a physical prototype and workflow for the design of 2D bio-printing, comparable to software, hardware and DNA models printed on paper (Tibbits *et al.*, 2014). DNA Origami, a technique in which customized DNA sequences are synthesized and then self-assembled

into operational objects on a nanometre scale, for the realization of 2D and 3D objects (Douglas *et al.*, 2009). Furthermore, to better understand the prospects offered by the integration between project and digital manufacturing, the review entitled *Materials Science and Architecture* by Bechthold and Weaver (2017) has to be underlined. The review deals with the state of the art on recent innovative research in which architects, engineers and scientists work as partners for the creation of materials capable of defining new aesthetic-formal and detail paradigms of Architecture.

We do not know what the future of the detail will be, but we can affirm that the new millennium – thanks to the digital technology help – shows us its evolution towards an ever-greater personalization and definition, promising the creation of super details, more

thorough, precious and powerful than we could have imagined only two decades ago, to create more resilient, intelligent and sustainable architectures. But at the same time, the new digital technologies open to the risk that "randomness" becomes the protagonist in the creative process and that the wonderful and fascinating iconographies of detail, materialization on paper of the first idea, created since Leonardo or Brunelleschi up to Ridolfi, Scarpa, Spadolini and Mangiarotti – just to name a few – able to characterize the work and to combine aesthetic and figurative values in the search for new and evolved architectures, remain only a memory. Quoting Ford (2014), we can state that the future of architecture is strictly linked to the future of detail and conversely. The Technological Design Culture cannot afford to underestimate and lose this next challenge.

collocati e perforati casualmente, accentuando così l'impronta organica voluta da Adid.

Svilupi futuri per il dettaglio e questioni aperte

Sebbene il manufatto edilizio sia un assemblaggio di parti in perfetto equilibrio, la produzione architettonica, dal Movimento Moderno a quella contemporanea, mostra come ciclicamente vi sia stata la tendenza a progettare manufatti senza soluzioni di continuità (senza giunti o articolazioni), più per la volontà di attribuirgli valori simbolici che per le possibilità offerte dalla tecnica e dall'innovazione tecnologica del momento. Ciò è dimostrato dal fatto che se nel 1906 Hendrik Petrus Berlage proclama la morte della 'articolazione' e nel 2006 Greg Lynn decreta la morte del dettaglio – e con essa del giunto – all'interno di questo periodo troviamo esempi in cui l'opera è identificata tramite il suo dettaglio; emblematici sono il Padiglione di Barcellona (1929), con i suoi pilastri cruciformi rivestiti in acciaio, e il Centro Pompidou (1977), caratterizzato dai "dettagli gerarchici" e dalle "parti intercambiabili".

E se in questi cento anni molti protagonisti dell'Architettura Moderna e Contemporanea hanno espresso il proprio pensiero sul dettaglio all'interno di pubblicazioni di varia natura, sono certamente da segnalare quelle riviste che hanno loro offerto la possibilità, attraverso numeri monografici sul tema, di un confronto diretto. Tra queste: *Architectural Record*, che nel 1964 invita sette importanti progettisti (fra cui Breuer e Johnson) a fornire alcuni esempi dei loro "dettagli architettonici" accompagnati da un breve saggio; *Detail*, che nel 2000 pubblica il numero 8 dal titolo *The Purpose of Details*, invitando sedici architetti tra cui Ando, van Berkel e Bos, Cucinella, Ito, Koolhaas, MVRDV e Siza; *Architectural Design*, che nel 2014 pubblica il numero 4 con il titolo *Future Details of Architecture* raccogliendo, tra gli altri, i contributi di autori come Ford, Schittich, Schumacher, Ratti e Tibbits. Nonostante visione e pensiero dei diversi autori siano simili, in quanto considerano il dettaglio architettonico un elemento "superfluo" che può essere omesso senza conseguenze tecniche avverse, gli autori delle due riviste meno recenti lo considerano tutt'al più un elemento da relegare alla piccola scala: in altre parole, sebbene tecnicamente necessario, il dettaglio deve essere nascosto o ridotto per evitare di distogliere dal messaggio più grande veicolato dalla natura astratta del manufatto. La terza rivista esplicita quanto Edward Ford (2011) anticipava nella sua attenta analisi sul dettaglio architettonico, ovvero che nel prossimo futuro, a causa della fabbricazione digitale, lo stesso rischia di diventare marginale, essendo condizionato da una tendenza a 'produrre' edifici stampati senza giunti e con tolleranze pari a zero.

In verità, più che verso la sua scomparsa, le tecnologie digitali sembrano spingere il dettaglio verso scale sempre più picco-

le, dal mini al micro e al nano, rendendolo invisibile all'occhio umano, interessando ora più che mai la materia, stampabile con nuove proprietà fisiche e comportamenti controllabili, sfidando o emulando la natura (Mogas *et al.*, 2015; Pawlyn, 2016), come dimostrano alcune recenti e concrete applicazioni: quelle relative alla programmazione dei materiali, stampabili in 4D, capaci di memorizzare informazioni e modificare il proprio stato fisico quando esposti all'acqua (Tibbits, 2014); Project Cyborg, una meta-piattaforma nativa del cloud sviluppata dal gruppo Bio/Nano/Programmable Matter di Autodesk Research, che consente una progettazione bio-inspired flessibile a scale diverse, rendendo possibile la stampa di nuovi materiali o di componenti edilizi dalle elevate prestazioni (Benjamin *et al.*, 2014); DNADisplay, sviluppato da Skylar Tibbits insieme ai suoi collaboratori del MIT, che promuove un prototipo fisico e un flusso di lavoro per la progettazione di bio-printing 2D, al pari di software, hardware e modelli di DNA stampati su carta (Tibbits *et al.*, 2014); DNA Origami, tecnica in cui sequenze personalizzate di DNA sono sintetizzate e quindi autoassemblate in oggetti funzionali su scala nanometrica, per la realizzazione di oggetti 2D e 3D (Douglas *et al.*, 2009). In aggiunta, per meglio comprendere le prospettive offerte dalla integrazione fra progetto e fabbricazione digitale è da segnalare la review dal titolo *Materials Science and Architecture* a firma di Bechthold e Weaver (2017) nella quale è presentato lo stato dell'arte su recenti ricerche innovative in cui architetti, ingegneri e scienziati lavorano come partner per la realizzazione di materiali capaci di definire nuovi paradigmi estetico-formali e di dettaglio dell'Architettura.

Quale che sia il futuro del dettaglio non ci è dato saperlo, ma possiamo asserire che il nuovo millennio, grazie all'ausilio delle tecnologie digitali, ci prospetta una sua evoluzione nel senso di una sempre maggiore personalizzazione e definizione, promettendo la creazione di super-dettagli, più minuziosi, preziosi e potenti per la realizzazione di architetture più intelligenti, resilienti e sostenibili. Ma al contempo le nuove tecnologie digitali aprono al rischio che la 'casualità' diventi la principale protagonista nel processo creativo e che le meravigliose e affascinanti iconografie di dettaglio, materializzazione su carta della prima idea, prodotte a partire da Leonardo o da Brunelleschi fino ad arrivare a Ridolfi, Scarpa, Spadolini e Mangiarotti – solo per citarne alcuni – capaci di caratterizzare l'opera e di combinare valori estetici e figurativi nella ricerca di architetture nuove ed evolute, rimangano uniche e un semplice ricordo. Parafrasando Ford (2014) possiamo asserire quindi che il futuro dell'architettura è strettamente legato a quello del dettaglio, e viceversa. Questa è la prossima sfida che la Cultura Tecnologica della Progettazione non può permettersi di sottovalutare e di perdere.

ACKNOWLEDGEMENTS

The contribution, resulting from a common reflection, is to be attributed in equal parts to both Authors.

REFERENCES

- Ackerman, J.S. (2003), *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, Electa, Milano.
- Ajla, A. (2016), *Integrating Innovation in Architecture: Design, Methods and Technology for Progressive Practice and Research*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Benjamin, D., Nagy, D. and Olguin, C. (2014), "Growing Details", *Architectural Design*, Vol. 84, Issue 4, pp. 98-103.
- Bechthold, M. and Weaver, J.C. (2017), "Materials science and architecture", *Nature, International Journal of Science*, Vol. 2, pp. 1-20, available at: <https://www.nature.com> (accessed 15 February 2019).
- Clemente, C. (2008), "Tecnologia, dettaglio ed espressione architettonica. Franca Helg", *Hortus, Rivista di Architettura on-line*, available at: <http://www.vg-hortus.it> (accessed 13 January 2019).
- Douglas, S.M. et al. (2009), "Rapid Prototyping of 3D DNA-Origami Shapes with caDNA", *Nucleic Acids Research*, Vol. 37, n. 15, pp. 5001-5006.
- Esposito, M.A. and Bosi, F. (2018), *Tecnologie del Progetto di Architettura. Rimodellazione di progetto e fabbricazione*, Didapress, Firenze.
- Finessi, B. (2002), *Su Mangiarotti*, Abitare Segesta Cataloghi, Milano.
- Ford, E.R. (2014), "The grand work of fiction. The detail as fiction", *Architectural Design*, Vol. 04, pp. 26-35.
- Ford, E.R. (2011), *The Architectural Detail*, Princeton Architectural Press, Princeton, NY.
- Garcia, M. (2014), "Histories, Theories and Futures of the Detail in Architecture", *Architectural Design*, Vol. 84, Issue 4, pp. 14-25.
- Jencks, C. and Krop, K. (Eds.) (1997), *Theories and Manifestos and Contemporary Architecture*, Academy, Chichester.
- Lerner, J. (2012), *The Architecture of Innovation*, The Economics of Creative Organizations Harvard Business Review Press, Boston.
- Marsault, X. (2017), *Eco-generative Design for Early Stages of Architecture*, Vol. 1, Wiley-ISTE, London-Hoboken.
- Middleton, R. (Ed.) (1996), *The Idea of the City: Architectural Associations*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Mogas Soldevila, L. and Oxman, N. (2015), "Water-based Engineering & Fabrication: Large-Scale Additive Manufacturing of Biomaterials", *Materials Research Society Online Proceedings, Adaptive Architecture and Programmable Matter: Next Generation Building Skins and Systems from Nano to Macro*, MRS Spring Meeting, Cambridge University Press, pp. 1-8.
- Oxman, R. (2017), "Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking", *Design Studies*, n. 52, pp. 4-39.
- Pawlyn, M. (2016), *Biomimicry in Architecture*, 2nd ed., Riba Publishing, Newcastle upon Tyne.
- Rice, P. (1994), *An Engineer Imagines*, Artemis, London.
- Schumacher, P. (2014), "Tectonic articulation. Making engineering logics speak", *Architectural Design*, Vol. 84, Issue 4, pp. 44-51.
- Schumacher, P. (2004), *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, Edizioni Testo&Immagine, Torino.
- Sposito, C. (2005), "La progettazione esecutiva e la norma procedurale", in De Giovanni, G. (Ed.), *Architettura Dettagliata*, il Prato, Saonara, pp. 49-64.
- Tibbits, S. (2014), "4D Printing: Multi-Material Shape Change", *Architectural Design*, Vol. 84, Issue 01, pp. 116-121.
- Tibbits, S., Kara'in, L., Schaeffer, J., de Puig, H., Gomez-Marquez, J. and Young, A. (2014), "DNA display: Programmable Bioactive Materials Using CNC Patterning", *Architectural Design*, Vol. 84, Issue 4, pp. 104-111.
- Vanini, C. (2010), *Il disegno del progetto architettonico: dalle origini alla contemporaneità. Ricerca di costanti e varianti tra le regole espressive nella storia, dal disegno manuale al disegno digitale*, Tesi di Dottorato in Ingegneria Edile, XXIII ciclo, Università degli Studi di Cagliari.
- Visentin, C. (2011), "La bellezza del dettaglio di architettura, sentimento costruito, processo creativo", *Eurau '10 International Conference, Napoli, 23-26 giugno 2010*, Clean Edizioni, Napoli, pp. 73-81.