

Modelli analogici obliqui

Alberto Sdegno, Pedro Manuel Cabezos-Bernal

Introduzione

Ogni disegno di architettura è per sua natura frutto di un'operazione combinata di proiezione di raggi e intersezione con un piano che, solitamente, è un foglio di carta. Anche uno schizzo, nella sua rarefatta figurazione, evoca tali operazioni per una rappresentazione di un'idea di progetto o di un'opera realizzata, in una inequivocabile icasticità.

Al modello fisico di architettura viene riservata un'attenzione differente, che prevede una materializzazione concreta in forma ridotta, reale o esaltata dimensionalmente, di una morfologia equivalente. Non di proiezione si tratta, e nemmeno di intersezione, ma di un'estensione nello spazio reale. Chi si occupa di teoria della rappresentazione non può allora non interrogarsi sulla possibilità di

associare le due operazioni citate in apertura alla stereometria di un modello fisico.

Dall'avvento del digitale, tra i pochi aggettivi che possono connotare in maniera univoca il modello tridimensionale, plastico, materico, indubbiamente è da ascrivere il termine "analogico" che qualifica un oggetto architettonico per una sua peculiarità: ingombra i nostri tavoli e ci regala – oltre alla sensazione visiva – il piacere aptico, l'odore del materiale di cui è composto o la sonorità al semplice tocco; in contrasto evidente con un'elaborazione tutta contenuta esclusivamente all'interno di un computer.

Tante possono essere le declinazioni che descrivono il modello: dai micro modelli architettonici ai *mock-up* in scala reale, in un percorso ideale che unisce le due città di

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

Mildendo e Brobdingnag nel romanzo di Jonathan Swift [Swift 1997], in cui Lemuel Gulliver si trova a essere sproporzionato, prima in eccesso per un fattore di moltiplicazione di dodici unità, e poi in difetto per un medesimo moltiplicatore. Ma anche modelli realizzati con materiali nuovi e innovative strumentazioni tecniche, a qualsiasi scala di riduzione, dai calchi ai supporti termici, stratagemmi costruttivi che hanno ricevuto un'attenzione particolare soprattutto con l'avvento delle nuove tecnologie. Oppure modelli anamorfici e deformati – sui quali concentreremo l'attenzione in questo saggio – che simulano rappresentazioni grafiche la cui valenza teorica diventa indispensabile sia per realizzare l'oggetto, sia per comprenderne pienamente lo stratagemma figurativo, come nel caso delle prime *house eisenmaniane* o di modelli effimeri usati nel campo della percezione visiva e in ambito espositivo, scenografico, cinematografico. E infine modelli funzionali, come quelli che indagano le soluzioni strutturali – dalle catenarie di Antoni Gaudí ai prototipi di Pier Luigi Nervi – o che sono utilizzati per verifiche sonore e visive, ai quali possono fare da corollario i contenuti presenti nella trattatistica, dalle macchine vitruviane ai modelli «nudi e semplici» di Leon Battista Alberti, contro quelli «imbellezzati» [Alberti 1546, p. 27v].

A differenza del disegno, però, il modello fisico può distrarre l'attenzione dalla sua peculiarità naturale, l'essere cioè – come ricordava Massimo Scolari – «strumento di iniziazione per generazioni di architetti che nella realizzazione di oggetti in forma di piccole architetture si preparavano a costruire in grande» [Scolari 1988, p. 16], uno strumento considerato dallo stesso Scolari «in definitiva la migliore rappresentazione dell'architettura» [Scolari 1988, p. 16]. Se vogliamo interrogarci sulle potenzialità non immediatamente avvertibili della *maquette* dobbiamo associare alla stessa una forte valenza teorica nel corso della sua realizzazione. Ci riferiamo cioè alla generazione di modelli deformati di architetture che evocano specifiche proiezioni geometriche. Non è un caso che a tale sperimentazione sia riservata una parte esigua di lavoro nella storia della figurazione, alla quale solo pochi studiosi hanno deciso di dedicarsi, con l'obiettivo di collegare contenuti teorici della disciplina del disegno ad artefatti di natura prettamente pratica.

Concentreremo la nostra attenzione sulla deformazione obliqua di modelli architettonici, che può essere fatta solo a valle di un'indagine rigorosamente teorica sulle proiezioni assonometriche che custodiscono la chiave di lettura di tali artefatti.

Deformazioni assonometriche di modelli digitali

L'assonometria obliqua è uno dei sistemi di rappresentazione che ha avuto il maggiore impatto nel campo dell'architettura. Il suo principale vantaggio consiste nella possibilità di osservare in vera grandezza alcune facce del modello, quelle parallele al piano di proiezione, mentre gli spigoli perpendicolari ad esso sono interessati da un coefficiente di riduzione che dipende dalla direzione di proiezione. Questo modo di evocare la tridimensionalità sulla carta è semplice e intuitivo anche senza sapere che è il risultato di una proiezione obliqua e che, quindi, ha una concretezza matematica e un'operatività grafica. Sono infatti sopravvissute raffigurazioni molto antiche che, intuitivamente, rappresentano un disegno che potrebbe essere assimilato all'assonometria obliqua, come, ad esempio, alcuni affreschi del I secolo rinvenuti a Pompei o i disegni delle famose macchine da guerra di Leonardo Da Vinci.

Nonostante ciò, le assonometrie oblique non sono sempre state ben viste dai puristi della geometria, come Gaspard Monge, in quanto disegni privi di rigore matematico. Secondo Joel Sakarovitch [Sakarovitch 1997, p. 133], Monge non voleva che i suoi studenti vedessero le illustrazioni di trattati come quello sulla stereotomia della pietra di Jean-Baptiste de La Rue [de La Rue 1728], che contenevano assonometrie oblique.

Tuttavia, quando il teorema di Pohlke [Pohlke 1860] fu dimostrato dal suo discepolo, il matematico tedesco Hermann Schwarz, nel 1864, tali rappresentazioni furono legittimate matematicamente. Da quel momento in poi, l'assonometria obliqua ha raggiunto il suo status di sistema rigoroso di rappresentazione, soprattutto nei suoi due casi particolari, ovvero l'assonometria militare e l'assonometria cavaliera.

Quando un modello viene proiettato obliquamente su un piano di proiezione parallelo alle sue facce orizzontali, si ottiene l'assonometria militare. Il suo nome deriva dal fatto che si trattava di un tipo di assonometria ampiamente utilizzata nei trattati sulle fortificazioni militari, quando la pianta del terreno veniva osservata nella sua vera grandezza. Quando il modello viene proiettato obliquamente su un piano di proiezione parallelo a una delle sue facce verticali, si ottiene una vista assonometrica cavaliera. Il nome deriva dalla somiglianza di questo tipo di vista con il modo in cui un cavaliere a cavallo apprezzerebbe le costruzioni osservandole dal davanti, salvando le

differenze di ciò che il cavaliere vedrebbe, più simili a una prospettiva frontale.

Indubbiamente, la visione umana è più vicina a una rappresentazione prospettica. La percezione spaziale può essere evocata da due immagini prospettiche che formano una coppia stereoscopica, che è alla base dei dispositivi di realtà virtuale. Il sistema visivo percepisce la profondità grazie ad alcuni indizi pittorico-prospettici. Questi segnali monoculari giocano un ruolo fondamentale nella teoria della percezione visiva. Per questo motivo, la prospettiva è uno dei sistemi di rappresentazione più utilizzati per trasmettere la spazialità della scena a persone che non sono abituate alla lettura grafica di altri tipi di proiezioni come quelle assonometriche.

È difficile valutare la somiglianza dell'immagine mentale evocata nella nostra mente da una rappresentazione assonometrica, sia essa obliqua o ortogonale, rispetto a quella che percepiamo quando visualizziamo il modello reale con i nostri occhi. Il nostro cervello è in grado di interpretare gli spunti pseudo-prospettici offerti dalle assonometrie grazie alla loro somiglianza con la prospettiva. Un'assonometria è molto simile alla prospettiva quando il punto di vista è lontano dall'oggetto osservato, dato che, in questo caso, i raggi proiettivi sono quasi paralleli e l'effetto di convergenza delle rette parallele, tipico della prospettiva, è meno evidente. Tuttavia, la mancanza di convergenza delle assonometrie tende a indurre alcune distorsioni percettive alle quali l'osservatore deve abituarsi e che deve imparare a interpretare, proprio come un neonato deve imparare a vedere, mettendo in relazione gli indizi visivi che percepisce con il mondo circostante.

I disegni assonometrici sono più astratti di quelli prospettici perché mancano gli spunti pittorici che aiutano a stabilire la scala e le distanze, come l'altezza rispetto all'orizzonte e le dimensioni relative tra oggetti vicini e lontani. Questa astrazione è più accentuata nelle assonometrie oblique, poiché possono essere distorte in misura maggiore o minore a seconda della direzione di proiezione.

Ad esempio, se proiettato con una direzione obliqua di 45° rispetto al piano di proiezione, il fattore di riduzione della direzione perpendicolare al piano dell'immagine sarebbe pari all'unità. Ciò significa che quel particolare asse potrebbe essere misurato in grandezza reale su uno qualsiasi degli assi coordinati dell'assonometria obliqua risultante, ma questa rappresentazione sarebbe fortemente distorta e la sua evocazione tridimensionale sarebbe lontana dalla reale percezione del modello. Per

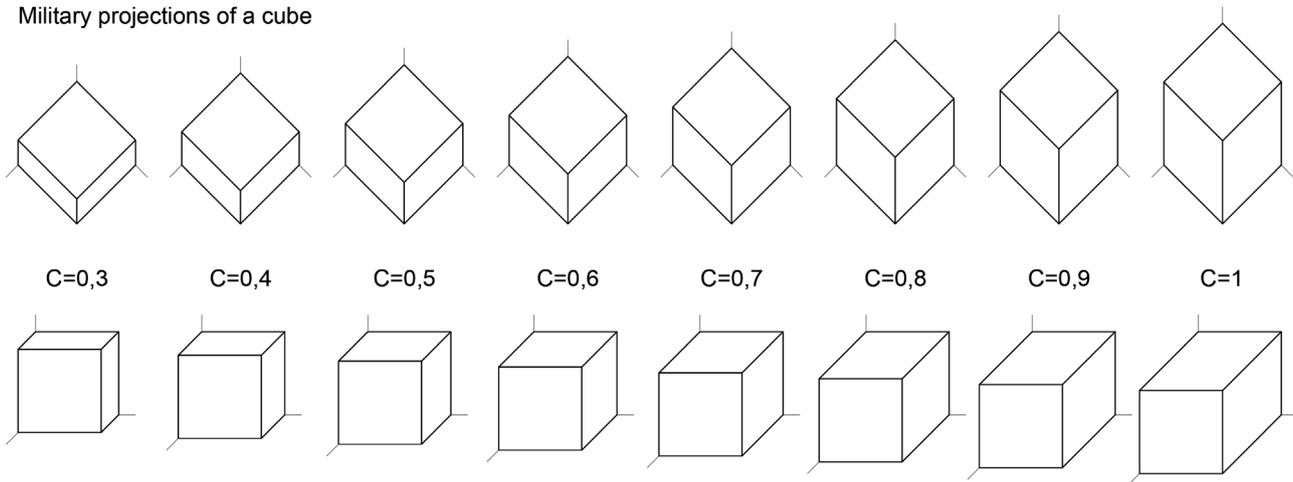
questo motivo, soprattutto in ambiente anglosassone, è stata ampiamente utilizzata la cosiddetta "proiezione dell'ebanista" (termine derivato da "*cabinet axonometry*"). Si tratta fondamentalmente di una proiezione cavaliere in cui il fattore di riduzione è pari a $1/2$. Questa riduzione fa sì che il modello rappresentato evoca più fedelmente le proporzioni del modello reale. Ma quale è il fattore di riduzione ideale per restituire con la massima fedeltà le forme e le caratteristiche volumetriche di un oggetto? Per determinare questo valore, si può effettuare un esperimento percettivo come quello mostrato in figura 1, che mostra diverse proiezioni oblique di un cubo in assonometria militare e cavaliere con diversi coefficienti di riduzione. Lo scopo è quello di determinare l'opzione in cui il cubo viene percepito come più vicino alla nostra immagine mentale di un cubo ideale. Questo test percettivo viene proposto ogni anno a un diverso gruppo di studenti di architettura e dà sempre risultati molto simili. Nel caso dell'assonometria militare, la maggior parte degli studenti sceglie il cubo rappresentato con un coefficiente di riduzione pari a 0,7 come l'opzione che appare meglio proporzionata, mentre nel caso della prospettiva cavaliere sceglie quello corrispondente a un coefficiente di riduzione pari a 0,6. È curioso che il valore ottenuto per l'assonometria militare sia leggermente diverso da quello relativo alla cavaliere, dato che le rappresentazioni del cubo sono immagini identiche che sono semplicemente ruotate l'una rispetto all'altra.

Spetta quindi al progettista scegliere un coefficiente di riduzione che offra un'immagine più vicina e proporzionata rispetto all'oggetto reale, oppure optare per un'opzione più semplice e astratta in cui, utilizzando un coefficiente pari a 1, si possano misurare le dimensioni reali su tutti gli assi.

È proprio questo grado di astrazione che ha suscitato l'interesse di molti architetti del Movimento Moderno e degli artisti del Bauhaus per questo tipo di rappresentazione, come le note assonometrie di Theo van Doesburg o alcuni disegni di Piet Mondrian (figg. 2a, 2b). Con esempi come questi, gli autori entrano in correnti artistiche come il neoplasticismo ed elevano le rappresentazioni architettoniche al rango di opere d'arte.

Il massimo grado di astrazione si raggiunge con i disegni di John Hejduk (fig. 2c), che crea il suo stile magistrale proiettando l'oggetto in modo che uno dei suoi piani coordinati sia parallelo alla direzione di proiezione, che forma 45° con gli altri piani coordinati. L'opera acquisisce

Military projections of a cube



Cavalier projections of a cube

Fig. 1. Proiezioni oblique di un cubo con diverso angolo in incidenza per determinare il coefficiente di riduzione C (PM. Cabezos-Bernal).

un carattere in certo modo cubista, poiché due dei piani coordinati sono proiettati in vera grandezza, ricordando alcuni dipinti di Le Corbusier (fig. 2d).

L'interesse per questo tipo di rappresentazione è ancora vivo tra architetti di fama come Peter Eisenman o Arata Isozaki, ma negli ultimi anni le assonometrie oblique hanno subito un preoccupante abbandono, dovuto principalmente alla sottovalutazione da parte della maggior parte dei programmatori di software CAD, che devono ritenere più conveniente, o semplicemente più facile, offrire proiezioni ortogonali del modello 3D invece di permettere di ottenere proiezioni oblique dello stesso.

Nell'attuale scenario del disegno in tre dimensioni, le limitazioni imposte dai programmi CAD più diffusi fanno sì che la maggior parte degli utenti scelga la via più facile e opti per l'utilizzo di assonometrie ortogonali e prospettive per evocare la tridimensionalità del proprio progetto. Per ovviare a questo inconveniente e ottenere modelli in proiezione militare o cavaliera da un modello tridimensionale è possibile effettuare una trasformazione proiettiva, o "affinità", che consiste nel trasformare un'assonometria ortogonale in un'assonometria obliqua. È infatti possibile stabilire una relazione di affinità tra una proiezione ortogonale e una proiezione obliqua come mostrato in figura 3. L'immagine mostra il modo in cui un

cubo viene proiettato da una proiezione cilindrica su due distinti piani. Uno dei piani è ortogonale alla direzione di proiezione, e l'immagine che si ottiene è quindi una proiezione ortogonale. L'altro piano è obliquo rispetto alla direzione di proiezione e parallelo alle facce orizzontali del cubo, per cui, su questo supporto, si ottiene una proiezione obliqua, in particolare un'assonometria militare del cubo. La relazione di affinità tra le due proiezioni è definita dall'asse di affinità, che è l'intersezione tra i due piani di proiezione, e dalla direzione di affinità, che è perpendicolare all'asse di affinità e al rapporto di affinità R, che sarà determinato dalla relazione $R = A_2S/A_1S$.

Si può notare che questo rapporto di affinità è equivalente all'esecuzione di uno spostamento di scala non uniforme nella direzione dell'affinità. Pertanto, un'assonometria ortogonale può essere facilmente ottenuta da un modello 3D con qualsiasi software CAD e successivamente trasformata in una proiezione obliqua, ovvero in un'assonometria che può risultare militare o cavaliera, applicando un cambiamento di scala nella direzione di uno degli assi delle coordinate assonometriche (fig. 4).

Si tratta di un'operazione che può essere eseguita con qualsiasi software di grafica che consenta di operare una variazione di scala non uniforme. Ad esempio, in AutoCAD questa opzione è possibile utilizzando i blocchi, in quanto

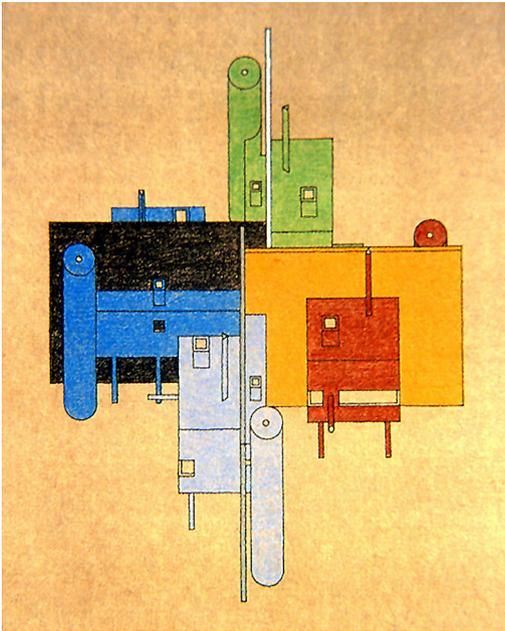
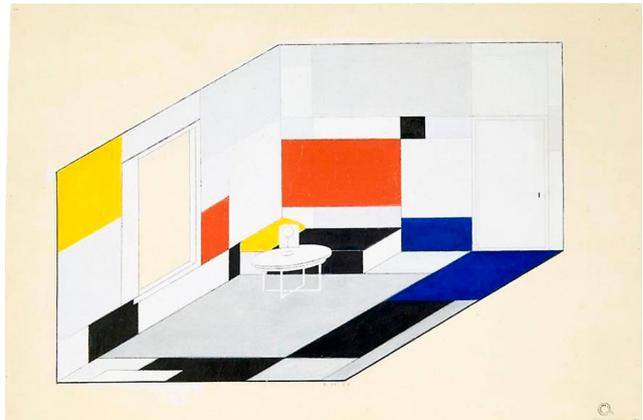
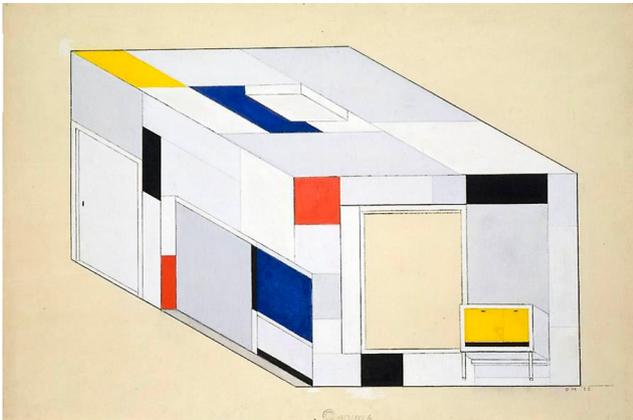


Fig. 2. a, b (in alto): Piet Mondrian, disegni a colori per il salone di Ida Bienert, 1926 (Dresda, Staatliche Kunstsammlungen Dresden); c (in basso a sinistra): John Hejduk, disegno assometrico obliquo della North East South West House, 1977; d (in basso a destra): Le Corbusier, Natura morta, 1920 (New York, MOMA, Museum Of Modern Art).

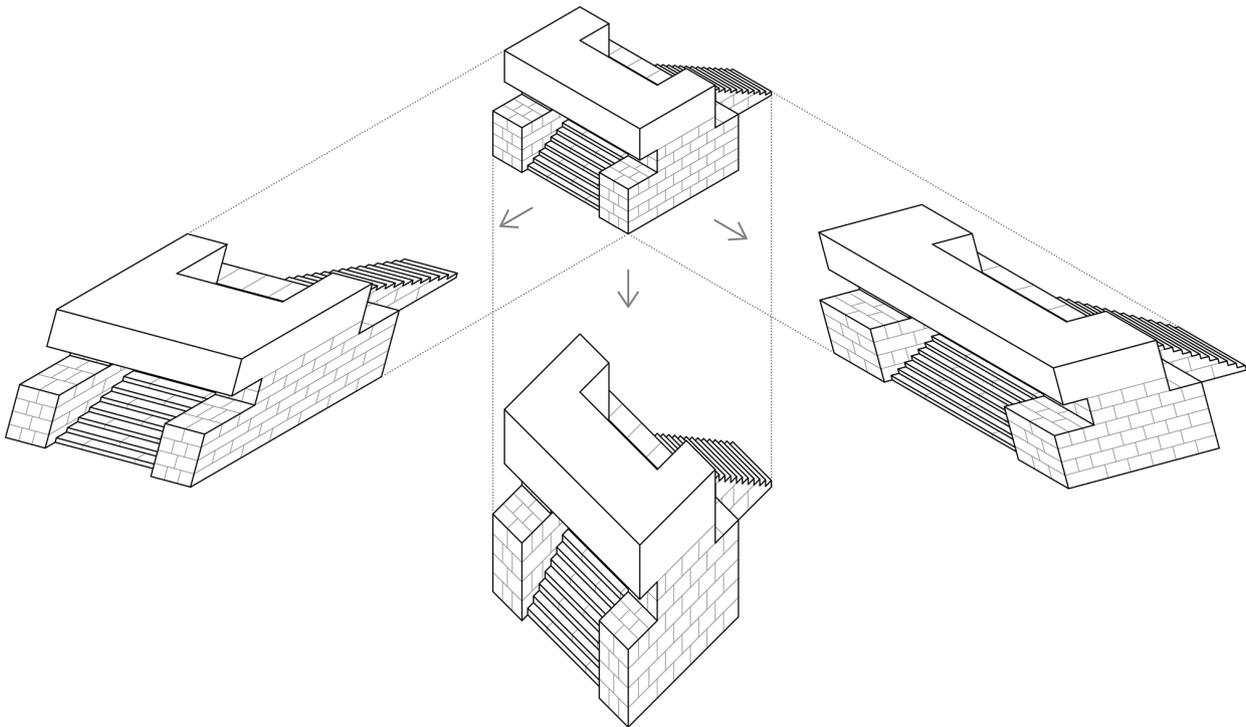
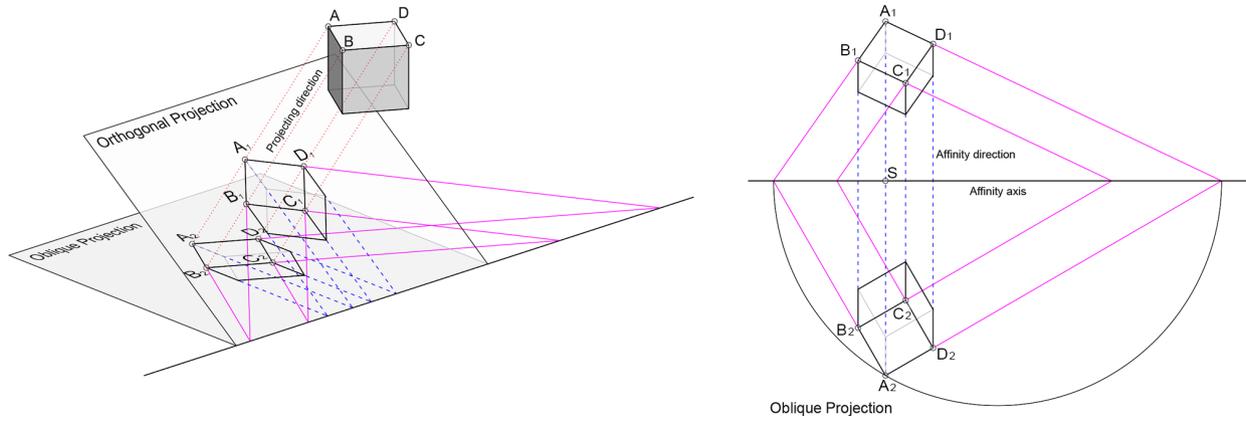


Fig. 3. Relazione di affinità tra proiezioni ortogonali e oblique (P.M. Cabezos-Bernal).

Fig. 4. Trasformazione di una proiezione ortogonale in una obliqua applicando un fattore di scala non uniforme (P.M. Cabezos-Bernal).

è possibile modificare i loro coefficienti di scala X , Y , Z in modo indipendente.

Il fattore di scala sarà uguale al rapporto di affinità R , che può essere calcolato graficamente con la relazione già mostrata in figura 3, ovvero $R = A_2S/A_1S$. La posizione del punto A_2 viene determinata con l'aiuto della semicirconferenza mostrata in figura 3. Il rapporto di affinità o coefficiente di scala può anche essere determinato analiticamente in funzione dell'angolo α che la direzione di proiezione forma con il piano di proiezione (fig. 5).

Analizzando il triangolo rettangolo A_1SA_2 e applicando le leggi della trigonometria, si può dedurre che il valore del rapporto di affinità o coefficiente di scala R sia dato da: $R = A_2S/A_1S = (A_1S/\sin \alpha)/A_1S = 1/\sin \alpha = \csc \alpha$ [Cabezós-Bernal, Cisneros-Vivó 2003b; 2010; 2016].

La scelta dell'angolo di proiezione non è una questione banale poiché condiziona in larga misura la distorsione della figura rappresentata. Come si può notare nella figura 6, le assonometrie oblique ottenute dalla proiezione ortogonale mostrano distorsioni eccessive in funzione dei diversi coefficienti di riduzione. Come discusso in precedenza, un coefficiente di riduzione appropriato per una proiezione militare sarebbe $C = 0,7$, mentre per una proiezione cavaliere sarebbe $C = 0,6$. La direzione di proiezione corrispondente a questi coefficienti risulta formare un angolo di 55° (assonometria militare) e 59° (assonometria cavaliere). Il coefficiente di scala da applicare per questi angoli sarebbe quindi $R = \csc 55 \approx 1,22$ e $R = \csc 59 \approx 1,1666$. La figura 6 mostra la trasformazione di due proiezioni ortogonali per ottenere una assonometria militare (a sinistra) e una assonometria cavaliere (a destra). Nel caso della proiezione militare, l'assonometria ortogonale è stata ottenuta con una direzione di proiezione che forma un angolo di 55° con i piani orizzontali del modello, che sono quelli che vedremo in grandezza reale a seguito della trasformazione. Nel caso della cavaliere, la direzione di proiezione forma un angolo di 59° con i piani verticali del modello, che si vedranno in grandezza reale dopo la trasformazione. Utilizzando questi angoli, si ottengono proiezioni oblique più equilibrate dopo il cambio di scala.

Progettare modelli analogici obliqui di architettura

È indubbio che chi si trovi al cospetto di un modello assonometrico di una architettura provi un senso di disagio e di spaesamento non comprendendo immediatamente

da che punto l'opera debba essere osservata o perché l'autore ha deciso di realizzare la deformazione fisica dell'oggetto. Questo senso di distacco visuale ricorda il concetto di straniamento che Viktor Šklovskij ha descritto affrontando i suoi studi sull'opera d'arte: «Ho già esaminato lo straniamento in Tolstoj. Una variante di questo artificio consiste nel fissare e nel mettere in risalto solo un particolare di un'immagine, modificando in tal modo le proporzioni abituali. Così, nella illustrazione di una battaglia, Tolstoj sviluppa il particolare di un'umida bocca che mastica. Questo dettaglio messo in primo piano, provoca un particolare spostamento» [Šklovskij 1974, pp. 100, 101]. Come avviene per la proiezione anamorfica, il modello assonometrico prevede che sia possibile comprendere la logica visiva sottesa solo grazie a una visione da un punto privilegiato di osservazione che, a differenza dell'anamorfo, simuli una proiezione "parallela" e non prospettica. Abbiamo già richiamato alcuni contributi teorici elaborati da autori come Ginés Martínez de Aranda, Alonso de Valdevira e soprattutto Juan Caramuel de Lobkowitz tra Cinquecento e Seicento in un altro saggio al quale per brevità rinviamo [Sdegno 2019b], assieme ad altri sul tema [Cabezós-Bernal, Cisneros-Vivó 2003a; Sdegno 2003].

Il richiamo a casi studio specifici, quali alcune *house* di Peter Eisenman e l'installazione di Massimo Scolari alla *I Biennale di Architettura* di Venezia è funzionale a presentare gli esiti della sperimentazione condotta da chi scrive sul tema della generazione di modelli obliqui.

Come è noto, Eisenman, agli inizi, ha prediletto l'assonometria nella sua attività di indagine conoscitiva. Lo ha fatto nella sua tesi di dottorato – recentemente pubblicata [Eisenman 2009] – in cui troviamo architetture riprodotte in proiezione parallela: dalle ville di Le Corbusier alla Casa del Fascio di Giuseppe Terragni, solo per citare gli esempi più significativi. Lo scopo delle costruzioni grafiche di Eisenman è quello di analizzare i caratteri morfologici delle architetture indagate, soprattutto nel rigoroso rapporto tra massa e superficie.

In seguito, l'architetto ha continuato a ricorrere a immagini assonometriche per i suoi primi progetti di case unifamiliari, dalla House I alla House IV, riflettendo in maniera specifica sul tipo di proiezione adottata. Proprio nel caso della House IV, infatti, l'autore scrive che se «la frontalità è il punto di vista preferito del modernismo nella House IV la veduta obliqua è stata equiparata per importanza a quella frontale» [Aureli,

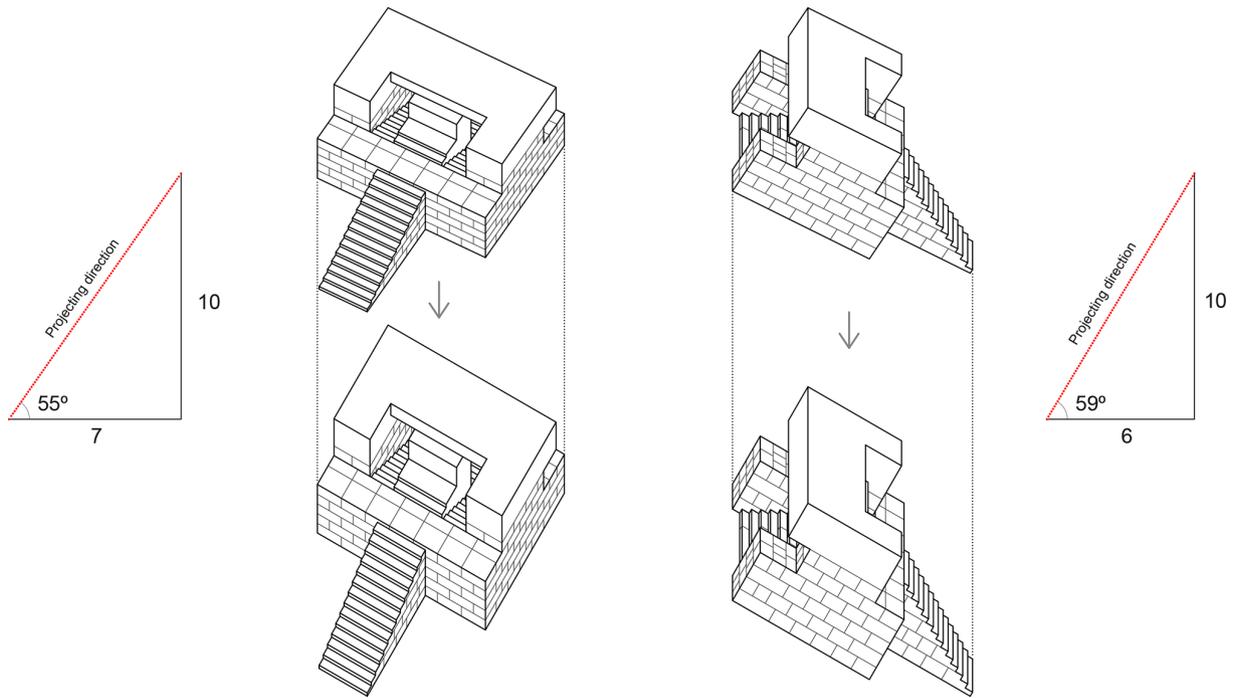
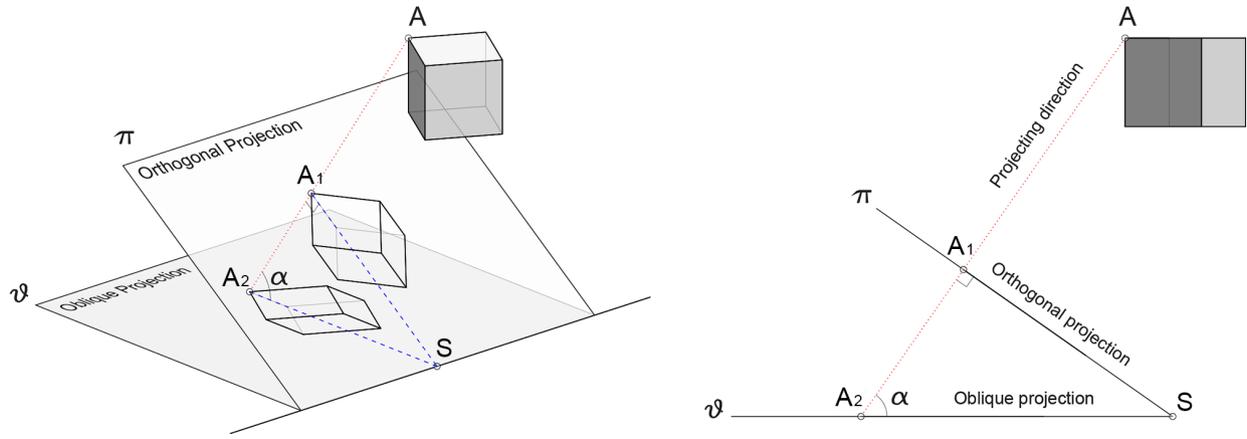


Fig. 5. Determinazione della direzione dell'angolo di proiezione e relazioni geometriche che consentono di calcolare analiticamente il fattore di scala (P.M. Cabezos-Bernal).

Fig. 6. Trasformazione di proiezioni ortogonali in oblique. Quando si utilizzano direzioni di proiezione appropriate per ottenere le viste assometriche ortogonali iniziali, le proiezioni oblique risultanti hanno il fattore di riduzione adeguato (P.M. Cabezos-Bernal).

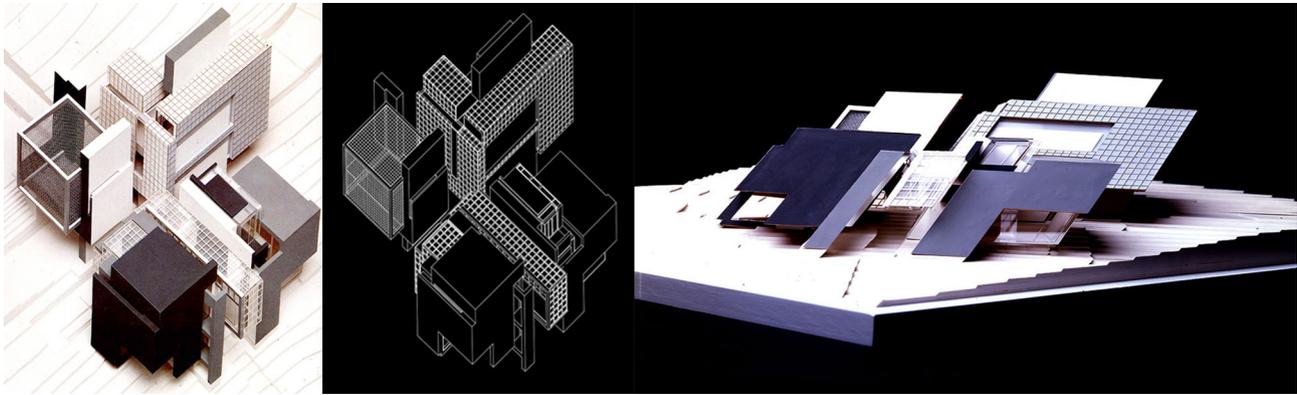


Fig. 7. P. Eisenman, House X, Bloomfield Hills, Michigan, 1975; a (a sinistra): veduta dall'alto del modello obliquo; b (al centro): assonometria militare; c (a destra): veduta laterale del modello obliquo (dal sito <<https://eisenmanarchitects.com/House-X-1975>>, consultato il 10 maggio 2024).

Biraghi, Purini 2007, p. 72] [1]. Anche a partire da tali considerazioni Eisenman giungerà nel 1975 a proporre per la House X [Eisenman 1982] una soluzione architettonica che commenterà così: «Le case sono, in genere, concettualmente vertebrate: oltre a possedere una dimensione strutturale necessaria. Sono, cioè, metaforicamente “vertebrate”. Hanno un centro, solitamente un focolare o una scala: il tetto si inclina a partire dal mezzo e una centralità complessiva emerge dalle loro configurazioni. [...] la House X è non-vertebrata» [Aureli, Biraghi, Purini 2007, p. 88]. Non è un caso che la casa concettualmente “invertibrata” assumerà una simile configurazione anche dal punto di vista visivo, quando si materializzerà fisicamente nella forma di un modello obliquo (fig. 7a), deformato in modo da poter essere sovrapposto a una assonometria obliqua militare (fig. 7b), se osservato dall'alto, ma inequivocabilmente invertibrato quando l'occhio si sposta dal punto di vista zenitale e ruota attorno all'oggetto (fig. 7c). Se in tale caso l'architettura interrompe il suo rapporto semantico costitutivo per ridursi a pura sintassi, il modello assonometrico può essere propriamente semantico – quando dichiara la sua affinità con la proiezione obliqua militare – mentre abbandona del tutto i due valori – semantico e sintattico – se osservato da qualsiasi punto di vista, facendosi pura astrazione.

Un secondo progetto di Eisenman, la House El Even Odd, del 1980, si presenta quale modello obliquo, a

un tempo concreto nella sua descrizione materica, ma astratto nella concettualizzazione teorica: «la House El Even Odd – come osserva l'autore – è un oggetto assonometrico che esplora i criteri di lettura della rappresentazione in architettura e affronta pertanto il tema dei limiti disciplinari. [...] Un modello assonometrico, in antitesi a un disegno assonometrico, è la trasformazione della rappresentazione tridimensionale di una realtà tridimensionale: processo e cosa reale allo stesso tempo» [Aureli, Biraghi, Purini 2007, p. 100]. Una dettagliata e articolata descrizione sul piano teorico dimostra che lo stratagemma figurativo è diventato ora una vera ipotesi di lavoro, in cui la rappresentazione non è un esito finale del pensiero ma accompagna il processo ideativo.

Assieme ai modelli obliqui in scala ridotta dobbiamo ricordare il lavoro di Massimo Scolari, che all'assonometria ha dedicato un intero volume [Scolari 2005] raccogliendo alcuni contributi teorici già editi fin dal 1984, ai quali ha aggiunto ulteriori saggi sul tema. Il suo *Elementi per una storia dell'assonometria* [Scolari 1984] ha senza dubbio fornito chiavi di lettura rigorose a tutti coloro che intendano studiare questa particolare forma di rappresentazione, sia dal punto di vista storico che teorico. L'«antiprospettiva», come viene chiamata dall'autore la proiezione assonometrica fin dal sottotitolo del volume [Scolari 2005], richiede ormai la stessa attenzione che finora è stata dedicata agli studi sulla prospettiva. Non si tratta infatti

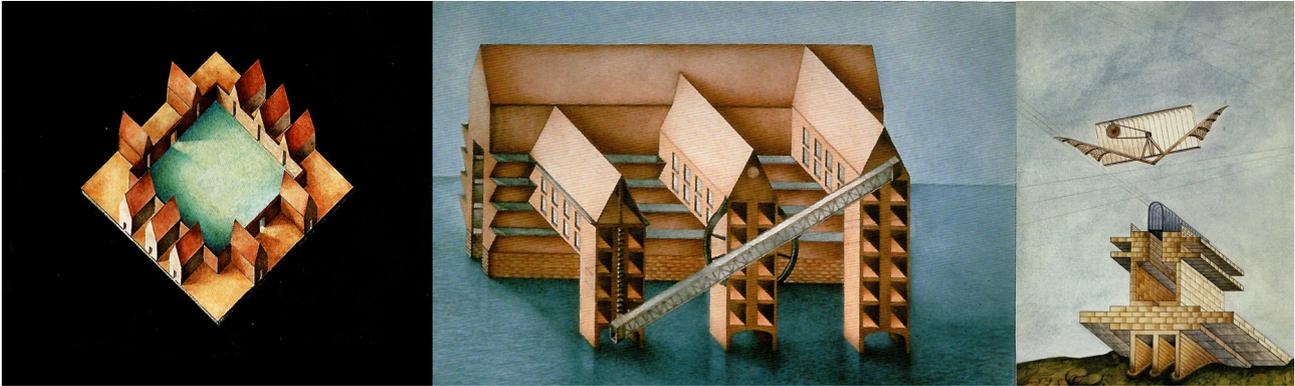


Fig. 8. a (a sinistra): M. Scolari, *Recinto urbano*, acquerello su carta, 1979; b (al centro): M. Scolari, *Architettura lagunare*, acquerello su cartoncino, 1980; c (a destra): M. Scolari, *Gas Station Inn*, acquerello su carta, 1975 (da Marzari 2007, pp. 70, 77, 79).

soltanto di un accorgimento funzionale a una figurazione tecnica di un oggetto in scala, ma può riservare altre qualità, sia sul piano della rappresentazione pittorica, sia sul piano dell'architettura. Non è un caso che architetture in proiezione parallela siano tra i soggetti prevalenti di molte sue opere pittoriche, quali ad esempio l'acquerello *Recinto urbano* del 1979 (fig. 8a), *Architettura lagunare* del 1980 (fig. 8b) o l'opera *Gas Station Inn* del 1975 (fig. 8c) il cui schema simmetrico sarà riconoscibile nel dipinto a olio *Porta per città di mare* del 1979 (fig. 9a), del quale si è già parlato in un precedente numero di questa stessa rivista [Sdegno 2019a], che vedrà la sua trasformazione fisica all'interno della *Strada Novissima* realizzata per la *I Biennale di Architettura* di Venezia del 1980 curata da Paolo Portoghesi dal titolo *La presenza del passato* [Portoghesi 1980]. La *Porta*, infatti, si materializzerà alla scala naturale di in un *mock-up* (fig. 9b), rigorosamente tracciato in forma tecnica e corredato dalle quote (fig. 9c) che ne garantiranno la realizzazione assieme alle altre diciannove installazioni della *Strada*. Come descriverà il progetto lo stesso autore «la porta è stata costruita come impronta-calco dell'immagine pittorica in modo che la geometria delle due proiezioni parallele convergenti fosse mantenuta nella costruzione reale» [Scolari 1987, p. 54]. Ad ulteriore precisazione Scolari chiarisce il meccanismo adottato nella figurazione: «Solitamente l'immagine pittorica di un'architettura è una proiezione parallela obliqua o una prospettiva. Per diventare disegno

di architettura e progetto questa immagine deve essere restituita in pianta e in prospetto. Una proiezione obliqua "alla cavaliera" (assonometria) solitamente mostra il lato recedente in vera misura, ma con una distorsione negli angoli. Noi "leggiamo" per consuetudine ed addottrinamento quegli angoli come retti anche se vengono disegnati acuti o ottusi» [Scolari 1987, p. 54]. Come l'autore rivelerà in un'intervista a Léa-Catherine Szacka del 1991, «ho fatto un manifesto sulla rappresentazione dell'architettura invece di un manifesto sulla mia architettura. Ho iniziato con un dipinto e l'ho costruito in 3D. L'idea è stata quella di partire con la rappresentazione e realizzare una costruzione» [Szacka 2016, p. 168]. Varcata la soglia del modello obliquo, infatti, il visitatore si trovava di fronte l'opera pittorica sulla parete opposta: «per togliere ogni ambiguità progettuale – commenta Scolari – ho collocato, subito dopo l'entrata, il quadro "Porta per città di mare" (1979): in modo che entrando nella rappresentazione non si potesse trovare altro se non una rappresentazione» [Scolari 1987, p. 54].

Modello obliquo militare di Eisenman a scala ridotta e modello obliquo "alla cavaliera" alla scala reale di Scolari mostrano due linee di ricerca distinte, sebbene in progressione – ci si passi il termine – parallela: si tratta di ambiti di ricerca di sicuro interesse sebbene non sembra che sia stata colta la peculiarità di tale approccio sperimentale in coloro che si occupano della disciplina della figurazione.

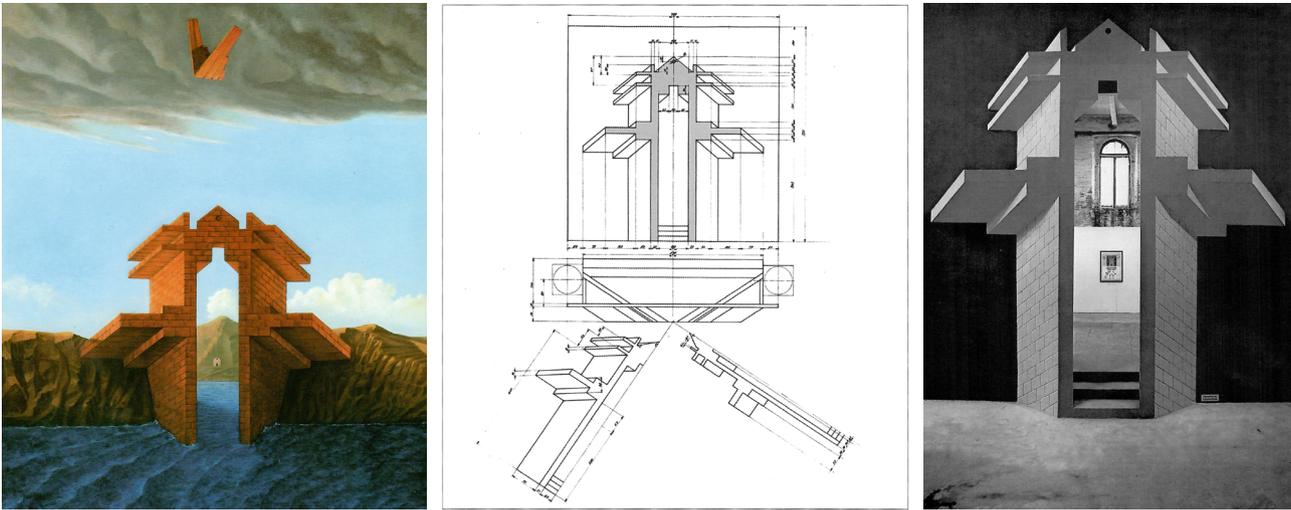


Fig. 9. a (a sinistra): M. Scolari, *Porta per città di mare*, olio su carta incollata su tavola, 1979-1980; b (al centro): M. Scolari, *Progetto esecutivo dell'installazione Porta per città di mare per la I Biennale di Architettura di Venezia, 1980*; c (a destra): M. Scolari, *Installazione Porta per città di mare alla I Biennale di Architettura di Venezia, 1980* (da Marzari 2007, pp. 86, 87, 89).

A valle di queste indagini sul tema sono state avviate alcune sperimentazioni che potessero coniugare lo studio sull'assonometria obliqua, sulle potenzialità della modellazione computazionale e sulla prototipazione fisica di modelli digitali. L'attività – condotta da chi scrive [2] presso l'European Ceramic Workcentre (EKWC), ha visto ulteriori sviluppi con l'applicazione ad altri casi studio. Obiettivo della ricerca è stato indagare un metodo di rappresentazione che potesse integrare i contenuti specifici della rappresentazione fisica tramite *maquette* con quelli relativi alla natura disciplinare del disegno ad assi paralleli.

Si è deciso pertanto di dedicarsi ad alcune opere di Andrea Palladio con l'approfondimento specifico di alcuni dettagli significativi, come ad esempio gli ordini architettonici.

Il primo caso studio è relativo alla Villa Emo [Palladio 1570, *Libro II*, p. 55], la cui configurazione lineare con il corpo di fabbrica principale in posizione centrale e le due barchesse laterali, consente di proporre un modello obliquo in proiezione parallela tale da permettere di visualizzare il prospetto in vera forma e la restituzione assonometrica della pianta e del prospetto laterale.

Salvaguardando la misura lungo gli assi x e z , e inclinando di 45° l'asse y del modello digitale in direzione negativa, è stato possibile evidenziare l'impianto planimetrico preventivamente predisposto grazie a un'estrusione ridotta della struttura delle pareti, per trasformarlo in bassorilievo. In tal modo pianta e prospetti dichiarano immediatamente i contenuti della villa, pur se, in questo caso, la simmetria speculare dell'intero impianto viene a essere negata dalla necessità richiesta dalla proiezione obliqua. Il modello deformato è stato poi sottoposto a procedura di prototipazione rapida con il processo di Sinterizzazione Selettiva al Laser (SLS) in polvere di nylon alla scala 1:200, per poi essere tradotta in calco siliconico ed essere riprodotta in gesso (fig. 10). La realizzazione dello stampo in negativo di silicone permette di replicare l'oggetto evitando ulteriori produzioni con sistemi SLS, di gran lunga più onerosi rispetto a una riproduzione manuale.

Un secondo caso studio ha riguardato una delle più iconiche architetture: Villa Capra detta "La Rotonda", progettata da Andrea Palladio e realizzata in maniera difforme – per quanto concerne la copertura, rispetto

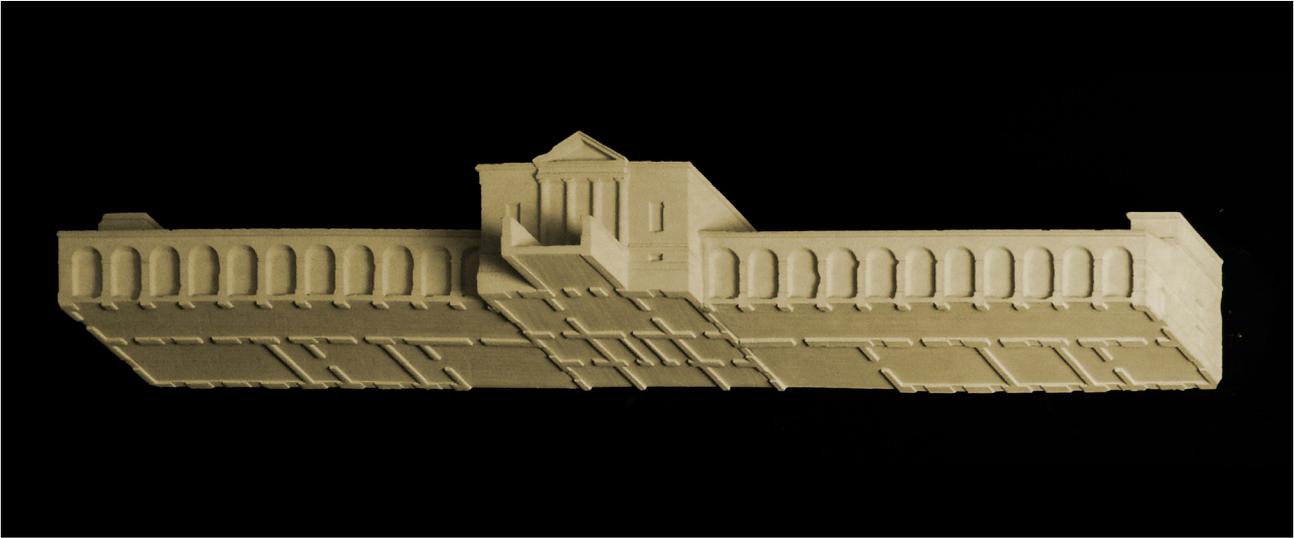


Fig. 10. Modello analogico obliquo di Villa Emo di Andrea Palladio, gesso (A. Sdegno con B. Gernand, realizzazione Protoservice, 2007).

ai disegni presenti nel suo trattato [Palladio 1570, *Libro II*, p. 19]. Il doppio registro figurativo, relativo alla copertura, ha sollecitato una ricerca nel campo della rappresentazione che, pur tenendo conto degli obiettivi iniziali dettati dal tema della deformazione obliqua per via computazionale, permettesse di rendere evidente alcuni aspetti significativi dell'opera. Si è pertanto proceduto nel lavoro sincrono su due modelli distinti: quello pubblicato da Palladio ne *I Quattro Libri dell'Architettura* e quello pubblicato da Ottavio Bertotti Scamozzi nel suo trattato [Bertotti Scamozzi 1778, pp. 8-13]. È stato quindi analizzato il prospetto principale, suddividendolo in due quarti dell'intera opera che, come è noto, ha una configurazione con doppia simmetria speculare nei pronai, sebbene la distribuzione interna non presenti la stessa logica. Volendo poi rendere evidente la sezione, si è passati ad una deformazione computazionale in direzione opposta dei modelli digitali relativi alle due soluzioni, tali che – collocati in posizione opportuna – potessero conservare l'impianto simmetrico della villa, sebbene alterato nelle due differenti configurazioni morfologiche. Mantenendo le direzioni x e z in vera forma, si è attribuito

a y un valore negativo nel coefficiente di inclinazione pari a metà angolo retto (-45°) per la soluzione originaria e uno positivo equivalente ($+45^\circ$) per il modello ricavato dal trattato di Bertotti Scamozzi, in modo che si rendesse visibile anche la sezione in asse, pur nella sua configurazione non retta. Anche questi due modelli deformati obliquamente seguendo le regole dell'assonometria cavaliera sono stati poi riprodotti in scala 1:200 con un sistema di prototipazione rapida a sinterizzazione selettiva (SLS), ottenendo come risultato finale una *maquette* in nylon opaco con una qualità di 1/10 di millimetro (fig. 11).

Un'ultima sperimentazione ha riguardato la realizzazione di un ordine dorico – sempre modellato a partire dalle informazioni presenti all'interno del trattato palladiano [Palladio 1570, *Libro I*, p. 27] – di cui sono state realizzate più soluzioni. Da un lato un modello obliquo che riproponeva l'attività computazionale svolta in precedenza, sebbene questa volta applicata a un singolo particolare architettonico; dall'altro la restituzione multipla del medesimo soggetto, al quale è stata applicata una deformazione ricorsiva a partire dal modello retto in posizione centrale. Se in entrambe

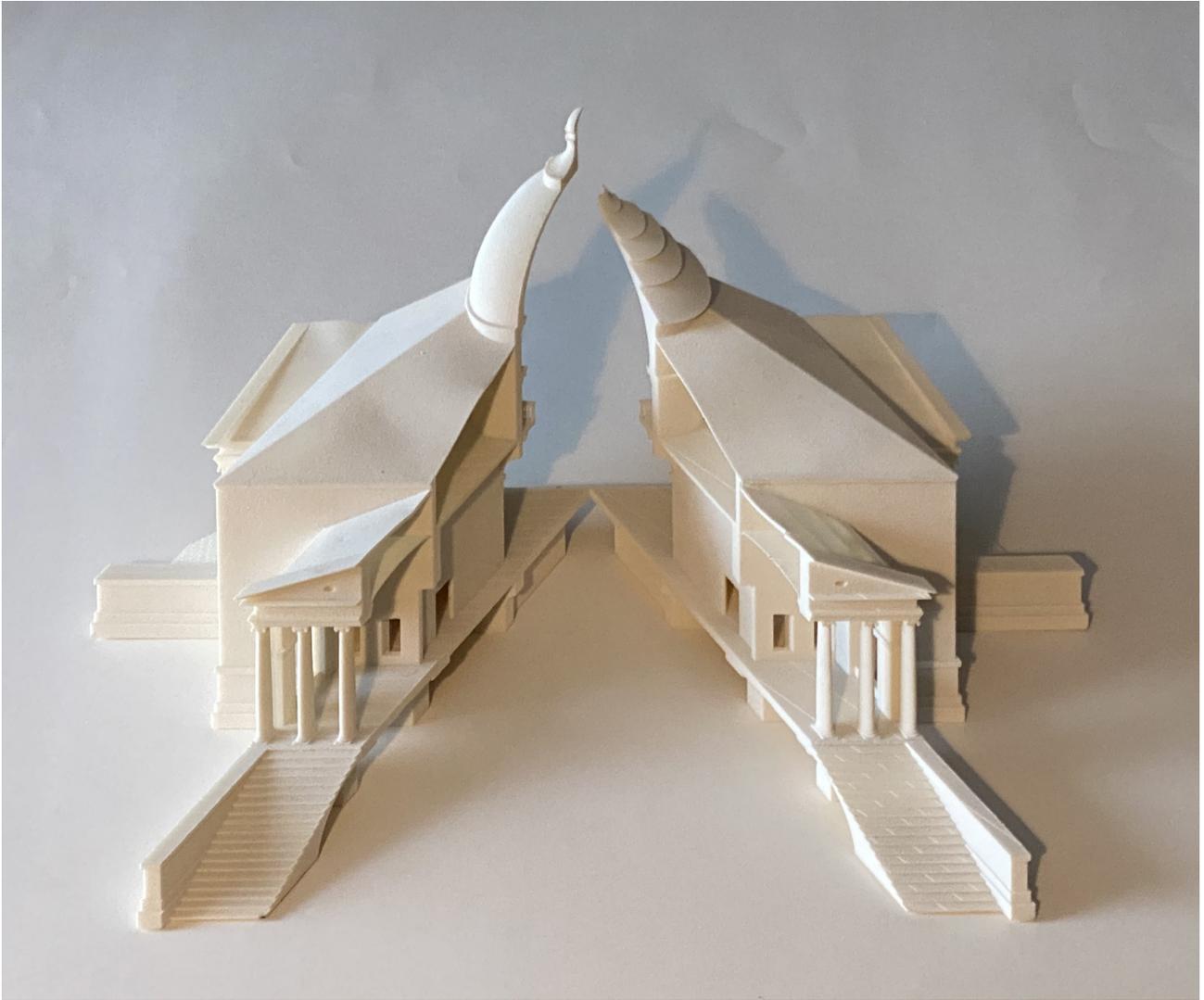


Fig. 11. Sezioni del modello analogico obliquo di Villa Capra di Andrea Palladio, gesso (A. Slegno, realizzazione Protoservice, 2008).



Fig. 12. Composizione di un capitello retto e otto capitelli obliqui, polimero di acido lattico (A. Sdegno, 2019).

Crediti

Seppure nella condivisione dell'impianto generale del saggio, i paragrafi *Introduzione* e *Progettare modelli analogici obliqui di architettura* sono a

firma di Alberto Sdegno e il paragrafo *Deformazioni assonometriche di modelli digitali* è a firma di Pedro Manuel Cabezas-Bernal.

Note

[1] Tutti i testi descrittivi delle opere presenti nel volume Aureli, Biraghi, Purini 2007, sono di Peter Eisenman e sono tratti dal sito <<https://eisenmanarchitects.com/Projects>> (consultato il 10 maggio 2024).

[2] L'attività è stata svolta da Alberto Sdegno nei primi mesi del 2007 presso l'European Ceramic Workcentre (EKWC) a 'S-Hertogenbosch in Olanda, in collaborazione con l'artista londinese Bruce Gernand.

Autori

Alberto Sdegno, Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Udine, alberto.sdegno@uniud.it
 Pedro Manuel Cabezas-Bernal, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València, pcabezas@ega.upv

Riferimenti bibliografici

Alberti, L.B. (1546). *I Dieci Libri dell'Architettura di Leon Battista de gli Alberti fiorentino*. Vinegia: Vincenzo Vaugris.

Aureli P.V., Biraghi M., Purini F., (2007). *Peter Eisenman. Tutte le opere*. Milano: Electa.

- Bertotti Scamozzi, O. (1778). *Le fabbriche e i disegni di Andrea Palladio*. Tomo secondo. Vicenza: Francesco Modena.
- Cabezos-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2003a). Axonometrias oblicuas a partir de modelos tridimensionales. In T. Fiorucci (a cura di). *L'insegnamento della geometria descrittiva nell'era dell'informatica*, pp. 81-82. Roma: Gangemi Editore.
- Cabezos-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2003b). Transformación de modelos 3D en axonometrías oblicuas. In J. Casado, A. Gómez (Eds.). *Dibujar lo que no vemos*. X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, pp. 847-853. Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Cabezos-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2010). Obtención de perspectivas militares y caballerías a partir de modelos tridimensionales. In *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 16, pp. 82-87.
- Cabezos-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2016). Oblique Perspectives and CAD Software. In G. Amoroso (Ed.). *Handbook of Research on Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools*, pp. 289-306. Pennsylvania: IGI Global.
- de La Rue, J.-B. (1728). *Traité de la coupe des pierres, où, Par une méthode facile & abrégée, l'on peut aisément se perfectionner en cette science*. Paris: Imprimerie Royale.
- Eisenman, P. (1982). *House X*. New York: Rizzoli International.
- Eisenman, P. (2009). *La base formale dell'architettura moderna*. Bologna: Pendragon.
- Marzari, G. (a cura di). (2007). *Massimo Scolari*. Milano: Skira.
- Palladio, A. (1570). *I Quattro Libri dell'Architettura*. Venezia: Dominico De' Franceschi.
- Pohlke, K. (1860). *Darstellende Geometrie*. Berlin: Rudolph Gaertner.
- Portoghesi, P. (a cura di). (1980). *La presenza del passato. Prima mostra internazionale di architettura*. Venezia: Edizioni La Biennale di Venezia.
- Sakarovitch, J. (1997). *Épures d'architecture. De La Coupe Des Pierres a La Géométrie Descriptive XVI - XIX Siècles*. Berlin: Birkhäuser.
- Scolari, M. (1984). Elementi per una storia dell'axonometria. In *Casabella*, n. 500, pp. 42-49.
- Scolari, M. (1987). *Hypnos*. New York: Rizzoli International.
- Scolari, M. (1988). L'idea di modello. In *Eidos* n. 2, pp. 16-39.
- Scolari, M. (2005). *Il disegno obliquo. Una storia dell'antiprospectiva*. Venezia: Marsilio.
- Sdegno, A. (2003). Assonometrie solide in funzione proiettiva. La deformazione di modelli digitali per la costruzione di proiezioni oblique. In T. Fiorucci (a cura di). *L'insegnamento della geometria descrittiva nell'era dell'informatica*, pp. 143-144. Roma: Gangemi Editore.
- Sdegno, A. (2019a). Paesaggi laconici e architetture oblique di Massimo Scolari. In *disegno*, n. 5, pp. 15-18.
- Sdegno, A. (2019b). Modelli assonometrici per lo studio di architettura. In P. Belardi (a cura di). *Riflessioni. L'arte del disegno/Il disegno dell'arte*. Atti del 41° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Perugia, 19-21 settembre 2019, pp. 1375-1384. Roma: Gangemi Editore.
- Šklovskij, V. (1974). *Una teoria della prosa. L'arte come artificio. La costruzione del racconto e del romanzo*. Milano: Garzanti.
- Swift, J. (1997). *I viaggi di Gulliver*. Milano: Feltrinelli.
- Szacka, L.-C. (2016). *Exhibiting the Postmodern. The 1980 Venice Architecture Biennale*. Venezia: Marsilio.