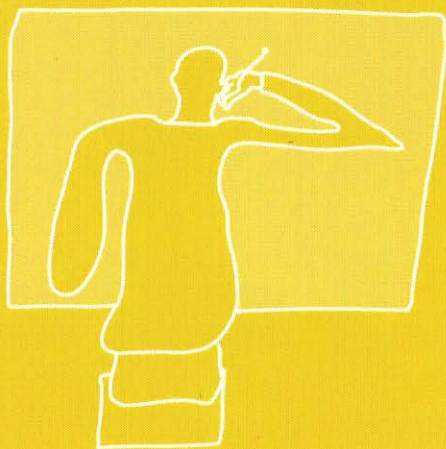


realtà, simulazione  
e progetto | il ruolo  
del *modello*

seminario

16 | 17 giugno 2011



UdRD Design Representation  
Dipartimento INDACO  
Politecnico di Milano

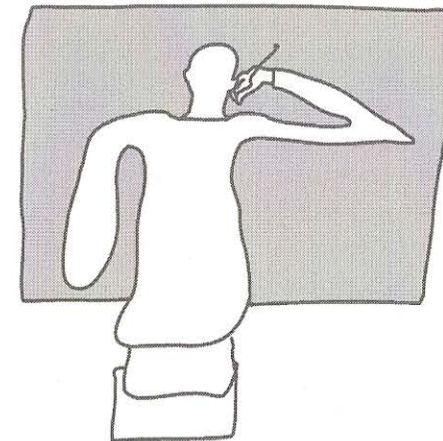
politecnica

  
MAGGIOLI  
EDITORE

# realtà, simulazione e progetto | il ruolo del *modello*

seminario

16 | 17 giugno 2011



UdRD **Design Representation**  
Dipartimento **INDACO**  
**Politecnico di Milano**

**Realtà, simulazione e progetto**  
**Il ruolo del *modello***

**ISBN 978-88387-6063-2**

© Copyright degli autori

**Pubblicato a cura di Maggioli S.p.A.**

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche ad uso interno e didattico, non autorizzata.

**Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.**

Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622020

[www.maggioli.it/servizioclienti](http://www.maggioli.it/servizioclienti)

e-mail: [servizio.clienti@maggioli.it](mailto:servizio.clienti@maggioli.it)

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Il catalogo completo è disponibile su [www.maggioli.it](http://www.maggioli.it) area università

Finito di stampare nel mese di ottobre 2011  
da DigitalPrint Service s.r.l. – Segrate (Milano)

  
**MAGGIOLI  
EDITORE**

## Modelli virtuali per il progetto e la pianificazione

Mauro Ceconello

Oltre innumerevoli possibili utilizzi, il termine modello nelle sue varie definizioni e interpretazioni nel tempo ha assunto il significato di rappresentazione fisica con la quale analizzare, comprendere e progettare le città.

Esistono modelli simbolici - che si concentrano sulla simulazione del modo in cui le funzioni generino la forma - e modelli iconici, dove lo scopo è la rappresentazione della geometria della forma, sia bidimensionale sia tridimensionale.

I modelli possono essere intesi come un'astrazione e una semplificazione del reale laddove semplificazione vale come idealizzazione, identificando tra la gamma dei possibili significati tra reale e ideale il miglior modo per definire il termine modello (Batty, 2007).

L'uso del termine modello riferito alla città è stato utilizzato per indicare un'icona di città ideale, perfetta sotto il punto della sua morfologia, o forma, e sulle norme che dovrebbero regolarne progettazione e realizzazione (Abercrombie, 1937); nei primi anni '60, al contrario, lo stesso termine nella terminologia scientifica si riferiva alla semplificazione astratta del reale (si pensi per esempio ai modelli matematici per simulare eventi) mentre l'odierna concezione di modello poco ha di ideale, ma si riferisce a un concetto "pratico" di supporto alle decisioni e alla progettazione.

Il modello, o prototipo, è ampiamente documentato nella storia dell'architettura quale fase indispensabile della progettazione: i modelli riportano in miniatura tutte le caratteristiche indicate dal disegno e quindi traducono concretamente l'idea in oggetto, precisandone al meglio la forma definitiva e le particolarità. Storicamente, il modello si colloca al termine della fase di progetto, come tecnica di costruzione in scala dell'esecutivo o diretta realizzazione del manufatto; di fatto queste regole sono state completamente ribaltate dal digitale perché il prototipo diventa oggetto diretto di progettazione, è sottoposto ad analisi, a continue verifiche, a simulazioni, coincide in buona



sostanza con il prodotto finito. Perde dunque la sua funzione di *maquette* utile per una verifica dei tratti espressi dal disegno e assume invece quella di vero e proprio prototipo digitale.

Dopo gli anni '60, il termine ha raggiunto la sua connotazione attuale grazie all'informatica che permette di rappresentare e manipolare situazioni reali tramite simulazioni complesse. Il progettista può scegliere tra modalità operative innovative che non implicano semplicemente l'uso delle tecnologie come supporto all'attività progettuale, ma un reale ambiente di lavoro che incorpora tutte le fasi di sviluppo del progetto. L'interazione in un ambiente di sintesi offre la rappresentazione dinamica dei dati tridimensionali utilizzando tecniche di visualizzazione complesse e mediante materiali, luci e colori, tende a riprodurre in modo adeguato le caratteristiche del mondo reale. Grazie alle tecnologie informatiche è possibile ottenere prodotti e regole che consentono di visualizzare gli oggetti e interagire in ambienti sempre più veri o, facendo riferimento alla teoria dell'iconicità, che si avvicinano a un livello pari a quello dell'identità. Il modello o la rappresentazione del progetto diventa fondamentale per comunicare l'idea e il suo impatto, e quindi risulta di grande valore in ogni step progettuale.

Gli strumenti infatti in alcun modo riescono a sostituirsi all'idea creatrice proprio per la loro natura di mezzi, a disposizione del disegnatore/progettista per comprendere, ideare e comunicare, con le loro potenzialità e i loro limiti. Proprio grazie al digitale il progettista può, secondo Peter Eisenman (1997) *"realizzare cose che non potresti fare direttamente dalla mente alla mano"*. Il medium informatico consente creazioni che non potrebbero in altro modo essere rappresentate tanto all'industrial designer (che coi modellatori crea nuove forme, le verifica tramite rendering sofisticati magari utilizzando la stereoscopia per percepire direttamente la tridimensionalità senza ricorrere al prototipo fisico) così come all'architetto, che ha la possibilità di sperimentare nuovi spazi, vie alternative all'immaginazione e alla creatività. E' il territorio delle transarchitettura di Marcos Novak, dove ipermedia e realtà virtuale sono elementi di supporto alla creazione del progetto, o delle ipersuperfici e delle architetture liquide di Lars Spruybroek di Nox, o delle architetture virtuali in rete dello *studio Asymptote*. Piuttosto emblematica è l'affermazione di Zaha Hadid: *«sin dall'inizio ho pensato all'architettura in una forma differente. Sapevo quello che volevo fare e quello che dovevo disegnare, ma non potevo farlo nel modo convenzionale, perché con i metodi tradizionali non riuscivo a rappresentarlo. Gli strumenti tradizionali della rappresentazione non mi erano di aiuto. Così ho iniziato a ricercare un nuovo modo di progettare, per provare a vedere le cose da un diverso punto di vista. Poi, con il tempo, quei disegni, quelle prospettive e quelle pitture si sono trasformate nei miei veri strumenti di rappresentazione...»*<sup>2</sup>

Tornando ai modelli "urbani" già Lynch utilizzava nelle sue ricerche e per dimostrare le sue teorie presso il MIT di Boston disegni integrati con fotografie e modelli fisici, nelle fasi di analisi e verifica di progetto e degli interventi

da realizzare in ambito urbano; con l'ausilio di telecamere, verificava rispetto al punto di vista di un possibile utente la percezione dello spazio, ottenendo così una ricostruzione fittizia e virtuale di una realtà inesistente per coglierne caratteristiche, i pregi ed i difetti. La rappresentazione dello spazio e tutti i modi per analizzarlo sono stati ampiamente descritti nei trattati (Lynch 1976), come strumento per percepire il senso del sistema degli spazi pubblici *"...traducendo l'aspetto usuale di un luogo, in una serie di vedute tipiche... e costringere il ricercatore ad osservare..."*. Il processo conoscitivo della città quindi può essere ricondotto a schematizzazioni analitiche per assegnare a un'area urbana una leggibilità e di conseguenza una rappresentabilità; si è riusciti a ricreare e utilizzare tali schemi per lo studio, la progettazione e la modifica degli spazi urbani, al fine di ottenere la "migliore forma" possibile. Oggi questi procedimenti sono attualizzati con le tecnologie in ambiente virtuale dove navigare a piacere in un mondo di sintesi, comprendere meglio il territorio ed apprezzarne le componenti; la modellazione digitale in questa ottica fornisce una nuova modalità di simulare e progettare la città.

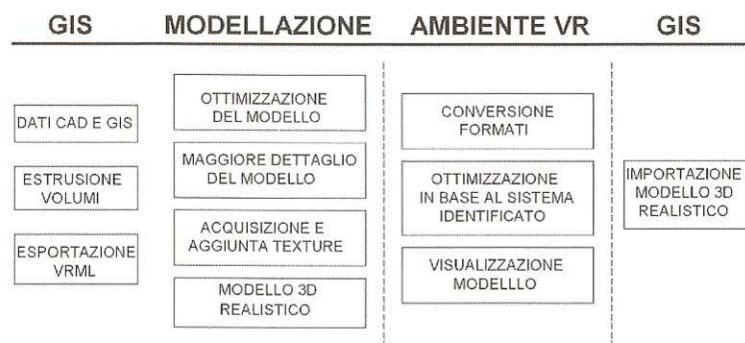
## Progetti e casi studio

Per verificare queste teorie in questo scritto sono illustrate diverse applicazioni realizzate presso il laboratorio di *Virtual Prototyping* del Dipartimento INDACO: verifica e studio del colore in area urbana con l'integrazione di modelli di dettaglio in un sistema GIS per la pianificazione urbana, e la valorizzazione e riprogettazione di giardini storici.

Il primo progetto<sup>3</sup> riguarda la definizione di una procedura (fig. 1) per la realizzazione di un modello digitale di dettaglio per lo studio del colore in un'area nel centro di Milano: partendo da una cartografia digitale e dagli attributi a essa collegata è stato generato un primo modello tridimensionale. Dall'interpretazione di foto aeree, sono state associate alle basi informative di un GIS le quote relative ai vari componenti dei fabbricati, e definite tramite opportuni calcoli le altezze di ogni singolo oggetto su mappa. In modo altrettanto automatico si possono estrarre le altezze e visualizzare i volumi, addirittura creare tematismi e riportarli su una base 3D: sostanzialmente aggiungendo la caratteristica tridimensionale ai consueti sistemi informativi territoriali, con aumento di funzionalità (ESRI ArcGis) (fig. 2). Il modello può essere esportato nel formato VRML - *Virtual Reality Modeling Language* - che, oltre a essere uno degli standard per la diffusione dei modelli in internet, supporta facilmente la conversione nei differenti formati utilizzabili coi software di modellazione.

In questa fase i modelli degli edifici, grazie a piante e prospetti e con l'ausilio di numerose immagini, sono arricchiti da dettagli e particolari che li rendono sempre più simili agli edifici nella realtà. La fotografia, oltre a essere un prezioso aiuto per la definizione di volumi e dettagli costruttivi, è utilizzata per creare le *texture* da applicare ai modelli; le immagini digitali dei palazzi





F01 | Schematizzazione del processo per la creazione del modello e flusso delle attività.

vengono raddrizzate in modo opportuno per evitare eventuali distorsioni dovute a deformazione prospettica. Il prodotto ultimo della fase di modellazione - che possiamo definire "di dettaglio" - è dunque un oggetto digitale che riproduce sia nella forma sia nell'aspetto il suo corrispondente nella realtà. Si sarebbe potuto raggiungere un livello di definizione ancora maggiore utilizzando sistemi di scansione laser 3D, acquisendo intere porzioni di palazzi, e partendo da nuvole di punti per ricostruirne la forma. Tecnologie di questo tipo, in aggiunta a sistemi di fotogrammetria digitale, sono state ampiamente utilizzate (Guidi et al., 2004), e ammettono, se necessario, di perfezionare la definizione dei modelli digitali.

Vale la pena specificare che, sebbene ci siano differenti e sempre più accurate tecnologie e metodologie applicabili, è necessario nelle fasi iniziali del progetto definire il compito cui deve assolvere il modello. L'approccio varia se l'intento è quello di rappresentare una teoria o un progetto con crescenti livelli di dettaglio ma con accuratezza trascurabile per consentire decisioni e valutazioni, piuttosto che una grande precisione del rilievo e conseguente fedeltà del modello laddove la ricerca scientifica lo richieda. Ne deriverà una differenza di definizione nel modello finale, di "peso" in termini di byte con una conseguente minor performance di visualizzazione, così come maggior costi in termini di tempi di realizzazione ed attrezzature necessarie, che influiranno sui costi.

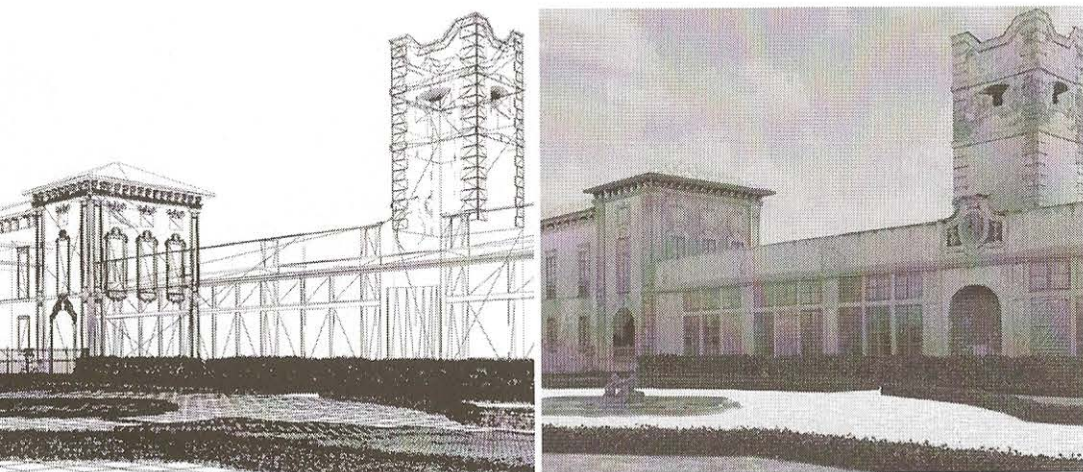
La sperimentazione dimostra come un modello digitale, oltre alla simulazione fotorealistica dell'esistente, si comporta come un vero e proprio prototipo, dotato di similarità comportamentale e prestazionale: può farci osservare, simulare e analizzare il progetto e i suoi comportamenti in modo assai migliore di quanto non permettano le tecnologie analogiche sia nella visualizzazione sia nella base dati. La stessa metodologia è stata applicata in altri progetti di ricerca tra cui lo studio del piano del colore nel centro storico di Lomello (Ceconello et al., 2010).



F02 | Modelli 3D di dettaglio inseriti in ambiente GIS con integrazione di base dati.

Il progetto di virtualizzazione di Villa Arconati si inserisce all'interno di un vasto progetto di organizzazione e valorizzazione delle ville gentilizie del nord Milano (Degiarde & Hinna, 2009), che vede coinvolti numerosi enti e istituzioni tra cui IRER (Istituto Regionale di Ricerca della Lombardia) e Regione Lombardia (Culture, Identità e Autonomie della Lombardia). L'utilizzo della realtà virtuale per la valorizzazione di beni storico-artistici si pone in continuità con la scelta compiuta da Regione Lombardia di avvalersi di strumenti ICT per la comunicazione del patrimonio regionale, tra cui il portale Lombardia Beni Culturali, che rende fruibili on-line numerosi beni archiviati e catalogati attraverso il sistema catalografico lombardo SIRBeC. Il progetto di virtualizzazione di seguito presentato è in linea con tali esperienze e si configura come un passo ulteriore nella visualizzazione realistica di beni architettonici e come momento di analisi delle potenzialità della





FO3 | Struttura poligonale del modello in cui le aree più scure denotano una maggiore densità di poligoni, e rendering con textures fotografiche.

realtà virtuale; l'obiettivo primario è la creazione di un modello di una villa campione e del giardino annesso, ad alto livello di realismo, che si presti a diversi utilizzi come visualizzazione su web, navigazione in real time, realtà aumentata. Il secondo intento è la definizione di una metodologia finalizzata a ottimizzare il tempo di creazione del modello, e di conseguenza i costi di virtualizzazione, ricercando il giusto compromesso e la corretta alchimia tra precisione dei dati e realismo.

È stato creato un modello poligonale con textures fotorealistiche relativo allo stato di fatto di un'ala della villa Arconati, del giardino annesso e di una sala interna, scelta non solo per l'evidente importanza del sito ma anche poiché conserva in maniera perfettamente riconoscibile l'impianto barocco del giardino, configurandosi come caso studio perfetto per gli obiettivi descritti. Le vaste dimensioni del complesso hanno richiesto di limitare la modellazione: si è dunque optato per l'ala nord-est del palazzo con la corte interna, l'adiacente limonaia con la torre delle acque e il viale prospettico creato dalla carpinata che conduce al Teatro di Diana.

L'obiettivo dichiarato del progetto porta con sé diverse considerazioni di carattere metodologico; la creazione di un modello finalizzato alla sola visualizzazione non implica livelli elevatissimi di precisione metrica permettendo maggiore flessibilità nella scelta degli strumenti di digitalizzazione: i rilievi architettonici e botanici di villa e giardino, sottoposti ad opportuna verifica, possono infatti essere un'ottima fonte di dati utili per la modellazione, senza ricorrere a rilievi più dispendiosi in termini di tempo e di risorse, come la fotogrammetria e la scansione laser. Inoltre un modello visualizzabile su

diverse piattaforme (web, real-time, realtà aumentata) richiede, da un lato, l'utilizzo di formati standard (VRML ad esempio) che sappiano porsi come elemento di unione tra software diversi con linguaggi propri e, dall'altro, un buon compromesso tra peso del modello, in termini di numero di poligoni, e realismo, garantendo un facile accesso anche da web.

La natura del complesso, che coniuga elementi architettonici e piante, ha richiesto un approccio ibrido al processo di virtualizzazione e una strutturazione metodologica in grado di gestire le problematiche che possono emergere: la modellazione dei componenti architettonici e della vegetazione è stata gestita in modo disgiunto, creando due processi paralleli e definendo procedure differenti che convergono verso un unico obiettivo; per i componenti architettonici ci si è basati su una metodologia elaborata e testata in progetti precedenti (Ceconello & Spallazzo, 2008) che consente di ottenere modelli ad alto livello di realismo in tempi ridotti.

Il punto di partenza per la modellazione della villa è stato un rilievo architettonico dettagliato in formato vettoriale (scala 1:50/1:100), già esistente, che ha consentito, previa opportuna verifica dell'affidabilità dei dati, di modellare velocemente i componenti architettonici. La modellazione tridimensionale è avvenuta a partire dai dati vettoriali, attraverso un software di modellazione per superfici (Rhinceros 4.0) che garantisce controllo dimensionale e formale e la conversione immediata dei dati già disponibili; va precisato che non tutti i componenti architettonici sono stati modellati con lo stesso livello di precisione, definendo una soglia massima di dettaglio oltre la quale la modellazione avrebbe solamente appesantito il prodotto finale, senza migliorare in maniera consistente il livello di realismo della scena. Dove consentito, si è operata una semplificazione formale dei componenti complessi (stucchi, tori, decorazioni), scalettando ad esempio le superfici curve in maniera opportuna, per facilitare la successiva fase di poligonalizzazione. Il modello costruito con superfici matematiche è stato infatti successivamente trasformato in mesh poligonali per favorire l'unione con i modelli del giardino, nati come poligonali.

Tale fase è stata gestita in maniera puntuale, senza utilizzare sistemi automatici di conversione, per garantire al modello finale un alto realismo con peso leggero: i parametri di conversione da superfici a poligoni sono stati definiti di volta in volta, in base alla complessità formale e all'importanza dei componenti, limitando il numero di poligoni per i componenti semplici e poco in vista e aumentando invece la complessità per quelli più visibili e articolati.

Il modello poligonale è stato successivamente esportato in un modellatore (3Ds Max) nel quale sono state applicate le textures fotografiche, ottenute attraverso un rilievo fotografico dettagliato compiuto presso la villa (fig. 3). La mappatura di textures fotografiche è utile per garantire realismo al modello finale e l'utilizzo opportuno di textures di bump permette di superare alcuni limiti dovuti alle semplificazioni operate in fase conversione superfici-poligoni. Con la mappatura delle textures sui componenti architettonici



termina la prima fase di sviluppo del modello architettonico che convergerà nel modello finale completo.

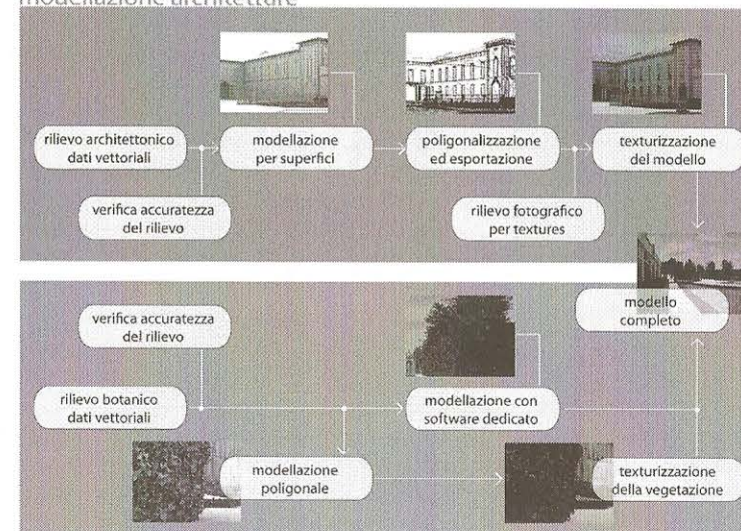
Il punto di partenza per la modellazione del giardino è analogo alla modellazione architettonica poiché esiste un rilievo botanico dettagliato, in formato vettoriale, da cui è possibile ricavare l'esatta posizione degli elementi e delle essenze. Nella prima fase di sviluppo della ricerca, per la modellazione di componenti vegetali del giardino (piante, arbusti, erba) si è deciso di testare un software dedicato e specifico (prodotto da Bionatics) che permette di generare modelli tridimensionali di piante a partire dai semi delle diverse essenze e di controllarne l'accrescimento e le fasi stagionali.

Tale software si è rivelato un potente e efficace strumento di modellazione per piante anche se non risulta altrettanto appropriato per le piante che necessitano di un continuo intervento di potatura: il software consente infatti di potare i rami ma non modifica l'accrescimento dell'albero in base alla potatura, come invece avviene in natura: questo limite si è rivelato particolarmente evidente nel test di modellazione del muro di carpini, che costeggia il viale prospettico dalla villa al Teatro di Diana, e nella modellazione dei boschi che decorano le aiuole di fronte alla limonaia. L'esito dei test preliminari e i limiti oggettivi che sono emersi hanno messo in evidenza l'impossibilità di seguire un'unica strategia di modellazione per tutto il giardino, richiedendo un approccio ibrido tra due procedure. Gli alberi presenti nel giardino che non hanno subito nel corso degli anni un intervento sostanziale di modifica da parte dell'uomo sono stati modellati utilizzando il software dedicato, mantenendo attiva la possibilità di gestirne l'accrescimento e le variazioni stagionali; gli alberi e gli arbusti che hanno invece subito una continua potatura che ne ha modificato l'aspetto sono stati modellati con un approccio tradizionale, utilizzando cioè un software commerciale di modellazione poligonale (3Ds Max).

Come nel caso delle architetture, l'utilizzo di textures foto realistiche e di soluzioni grafiche per accrescere il realismo, come textures di *bump* e *displacement*, ha permesso di rendere i prodotti delle due procedure paragonabili e di ottenere un modello finale che coniuga la vegetazione "poligonale" e gli alberi modellati con il software dedicato. Lo schema (fig. 4) mostra in maniera sintetica l'intero processo di virtualizzazione, dividendo tra modellazione delle architetture e modellazione del giardino, fino alla convergenza nel modello finale.

L'unione di tutti i componenti sopra descritti in un unico modello è stata ultimata in ambiente 3Ds Max da cui si sono ottenuti sia rendering foto realistici di interni ed esterni, sia animazioni che simulano passeggiate nel giardino e carrellate degli ambienti interni. Il modello esportato in formato VRML si presta alla navigazione in real-time in due modi: o su web con l'utilizzo di visualizzatori open source o in teatro virtuale attraverso software dedicati. Nel primo caso la navigazione avviene attraverso un normale web browser con apposito plug-in e non richiede particolari requisiti hardware; nel secondo

## modellazione architetture



## modellazione giardino

F04 | Schema del processo di modellazione per architetture e giardino.

caso ad una migliore resa immersiva e a funzioni aggiuntive corrisponde una maggiore richiesta in termini di hardware e l'utilizzo di software commerciali dedicati.

## Conclusioni

È opportuno fare alcune precisazioni circa l'efficacia del metodo e possibili problematiche che possono emergere in futuro per quanto concerne la realizzazione di un modello realistico che possa supportare una visualizzazione multiplatforma.

La modellazione dei componenti architettonici in entrambi i progetti ha seguito un processo lineare, grazie a una metodologia consolidata che ha permesso di sviluppare un modello realistico in tempi brevi, e a rilievi dettagliati in formato vettoriale che hanno ridotto significativamente i tempi di modellazione; qualora non fossero disponibili dati vettoriali dettagliati le sessioni di rilievo aumenterebbero necessariamente i tempi di sviluppo.

Per quanto riguarda la modellazione del giardino invece lo sviluppo del progetto ha presentato problematiche maggiori: la metodologia è in via di definizione e i software inizialmente individuati per lo sviluppo del modello non si sono rivelati all'altezza delle aspettative.

Il ricorso obbligato ad un approccio ibrido alla modellazione porta con sé



due problematiche: la prima è una differenza apprezzabile di dettaglio tra le piante modellate tramite poligoni quelle ottenute con software specifici, mentre la seconda riguarda l'impossibilità di simulare accrescimento e variazione stagionale per i componenti modellati per via poligonale.

Va inoltre segnalato che la vegetazione modellata con approccio tradizionale comporta un alto numero di poligoni che si ripercuote negativamente sulla navigabilità del modello, e un intervento di riduzione della complessità significa riduzione di dettaglio e qualità, mentre la vegetazione modellata con software dedicati offre la possibilità di tarare la quantità di poligoni in maniera automatica a seconda dell'uso del modello.

Sono opportune inoltre alcune precisazioni sul livello di realismo, poiché i modelli attualmente realizzati possono vantare un'ottima resa grazie alle textures ottenute con un rilievo fotografico dello stato di fatto. Nel caso in cui il modello sia finalizzato alla ricostruzione storica o alla prefigurazione di un possibile progetto di riqualificazione e restauro, il livello di realismo dovrà necessariamente scendere, in quanto si dovrà operare con elaborazioni di fotografie esistenti o con la ricostruzione di textures dal nuovo.

Tenendo in dovuta considerazione le problematiche emerse e le possibili implicazioni per lo sviluppo futuro si possono comunque ritenere soddisfacenti gli esiti, poiché si è giunti alla definizione di un processo di sviluppo flessibile che può essere modificato e implementato a seconda della esigenze. Inoltre l'esperienza condotta, in virtù della caratterizzazione come strumento di verifica delle potenzialità della realtà virtuale per la pianificazione urbana e nella valorizzazione di complessi architettonici e paesaggistici con valore storico artistico, apre la strada a numerose possibili implementazioni. Questi possibili sviluppi aprono la strada a due principali applicazioni, rivolte da un lato a fini divulgativi e dall'altro a scopi progettuali; il modello si può prestare come base su cui innestare nuovi progetti di ricostruzione storica ad un dato periodo o, al contrario, per verificare progetti di restauro o nuovi inserimenti progettuali. La ricostruzione storica può essere una buona base per fornire a turisti e visitatori nuovi strumenti di apprendimento e comprensione, ad esempio utilizzando il modello per esperienze in realtà aumentata. L'utilizzo del modello per l'inserimento di progetti di restauro o di nuovi progetti di riqualificazione può offrire ai pianificatori mezzi ulteriori per valutarne l'impatto ed essere supportati nel processo decisionale.

## Note

1. cfr. BRADASCHIA M., "La partita di scacchi. Intervista Peter Eisenman", in *Il Progetto* n.º1, luglio, 1997, p.7.
2. Il brano è tratto dall'intervista a Zaha Hadid pubblicata su *El Croquis*, n. 52. La traduzione dallo spagnolo è a cura di Maria Spina ed è pubblicata in: DE SESSA C., *Zaha Hadid. Eleganze dissonanti*, ed Testo & Immagine, Torino, 1996, pag. 41.

3. Per una descrizione più esaustiva delle procedure si veda: CECONELLO M., "Virtual urban design: il digitale a supporto della città", in AA. VV., *Visual and haptic urban design*, Libreria Clup, MILANO, 2006.

## Bibliografia

- ABERCROMBIE P., *Town and country planning*, Thornton Butterworth, London, 1937.
- BATTY M., "Model cities", in *CASA Working Paper 113*, London: Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, 2007.
- CECONELLO M., SPALLAZZO D., "Virtual Reality for Enhanced Urban Design", in *5th Intuition International Conference*, Torino, 2008.
- CECONELLO M., BORTOLOTTO S., SPALLAZZO D., BERTOLDI M., "Urban conservation and colour project: virtual reality supporting tradition for the protection of historic center of Lomello", in ZENNARO P. (a cura di), *Colour & Light in Architecture*, Knemesi, Verona, 2010, pp. 115-121.
- DEGIARDE E., HINNA A., *Il sistema integrato di organizzazione e valorizzazione delle ville gentilizie del nord milano*, Edizioni Angelo Guerini e Associati, Milano, 2009.
- GUIDI G., BERARDIN J.A., *Acquisizione 3D e modellazione poligonale. Dall'oggetto fisico alla suo calco digitale*, Polidesign, Milano, 2004.
- HONJO T., LIM E., "Visualization of landscape by VRML system", in *Landscape and Urban Planning* 55, pp. 175-183, 2001.
- LYNCH K., *Managing the Sense of a Region*, MIT Press, Cambridge, 1976.