

## LA MODELLAZIONE VIRTUALE PER L'ARCHITETTURA ANTICA. UN METODO VERSO L'ISOMORFISMO PERCETTIVO

### 1. INTRODUZIONE

La rappresentazione di realtà fisiche totalmente o parzialmente scomparse sfrutta, in questi ultimi anni, le potenzialità dei software di **Modellazione Virtuale, Rendering, Animazione**. Il dato fisico non esiste più. Si rende dunque necessaria una sua “ricostruzione” e rappresentazione.

A tal fine è indispensabile conoscere quali sono i processi ed i dettami obbligati, per far sì che il prodotto ottenibile sia “percettivamente isomorfo” rispetto all'originale grazie ad un preciso metodo nel procedere. Il rilievo, la redazione degli elaborati tecnici, la valutazione del livello di dettaglio, l'evoluzione formale nella tridimensionalità e l'applicazione delle texture (=tessiture), la scelta del linguaggio espositivo, sono alcuni tra i momenti in cui gli operatori legati al progetto compiono scelte decisive.

### 2. MODELLAZIONE VIRTUALE, RENDERING E ANIMAZIONE

Precisiamo subito la terminologia tecnica, al fine di far chiarezza sulle distinte funzionalità che gergalmente vengono fatte convivere sotto il concetto di “modellazione virtuale”, specificando che con tale termine composto s'intende esclusivamente la modellazione “formale” e si escludono pertanto modelli di qualsiasi altro genere (matematici, fisici, ecc.).

Un **modello virtuale** è la descrizione formale tridimensionale di un oggetto, per la quale non viene utilizzato materiale fisico, ma “informazione digitale” veicolata tramite apposito software. Il software, tecnicamente definito come CAD 3D o di modellazione (o modellatore), offre gli strumenti appropriati per generare le forme volute, tramite creazione, modifica e combinazione di elementi grafici geometrici, oltreché la possibilità di redigere tavole tecniche (planimetrie, piante, prospetti, sezioni), quotate e campite, nonché rappresentazioni tridimensionali (assonometrie, esplosi, prospettive).

Il prodotto della modellazione virtuale è, quindi, mera descrizione formale rappresentata in wireframe o, al massimo, in shading.

Il **rendering** comporta l'uso di software specifico che mette a disposizione gli strumenti atti a simulare le caratteristiche fisiche dei materiali componenti l'oggetto (colori, riflessione, trasparenza, rugosità, e così via) e l'applicazione dei “materiali virtuali” sulle superfici del modello virtuale. Inoltre, permette di impostare la condizione luminosa della “scena” e determinare i punti di vista con i quali verranno calcolate le immagini di rendering.

L'**animazione** è creata tramite ulteriori software che permettono di relazionare temporalmente i movimenti e gli spostamenti nello spazio virtuale sia degli oggetti modellati con il CAD 3D che delle luci e dei punti di vista impostati con il software di rendering, producendo un filmato digitale.

Sul mercato sono presenti software che integrano tutte e tre le funzionalità.

### 3. ORGANIZZAZIONE DI UN PROGETTO

#### 3.1 *Responsabili del progetto*

Per realizzare un progetto che preveda l'utilizzo della modellazione virtuale, il rendering e l'animazione al fine di rappresentare l'ipotesi ricostruttiva di un edificio o un luogo, è indispensabile individuare i Responsabili di Progetto ed il Livello di Dettaglio. Ciò permetterà di produrre un modello virtuale avente ferrea coerenza metodologica con l'ipotesi tracciata.

Identifichiamo tre figure operative: il tutore scientifico, il modellatore ed il comunicatore (Fig. 1). Quando necessario, può inoltre essere presente anche un coordinatore di progetto che integra i risultati del lavoro di modellazione all'interno dell'ipotetico progetto ipermediale (CD-Rom, sito web, ecc.) e si configura, quindi, quale decisore ultimo.

Il **tutore scientifico** è colui che si occupa di fornire le informazioni storico/architettoniche/archeologiche e di controllare i risultati prodotti; decide il "livello di dettaglio formale" (i diversi livelli di dettaglio verranno illustrati più avanti) congiuntamente al modellatore ed al comunicatore; verifica con il modellatore la bontà formale delle geometrie descritte.

Il **modellatore** è colui che costruisce il modello virtuale, che imposta le scene, i punti di vista, le animazioni e produce i rendering. Riceve gli elaborati tecnici dal tutore scientifico e fornisce output nei modi descritti dal comunicatore. Verifica con entrambi tutti gli elementi del modello. In particolare determina il "livello operativo" possibile.

Il **comunicatore** è colui che, conoscendo il "target d'utenza", deciderà il linguaggio estetico da utilizzarsi ed il suo livello di dettaglio al fine di rendere efficace la comunicazione. Verifica con il modellatore la bontà delle texture applicate, i percorsi di animazione, i punti di vista, ecc.

Una corretta modellazione scaturisce dal continuo coinvolgimento di queste competenze ed operatività, dalla combinazione dell'analisi formale con l'analisi operativa e con l'analisi estetica. I vocabolari usati dal tutore scientifico, dal modellatore e dal comunicatore devono comprendere termini comuni, in quanto ci deve essere scambio di conoscenza (a meno di prevedere, quale punto di riferimento, il coordinatore del progetto, il quale dovrà necessariamente conoscere tutte le materie).

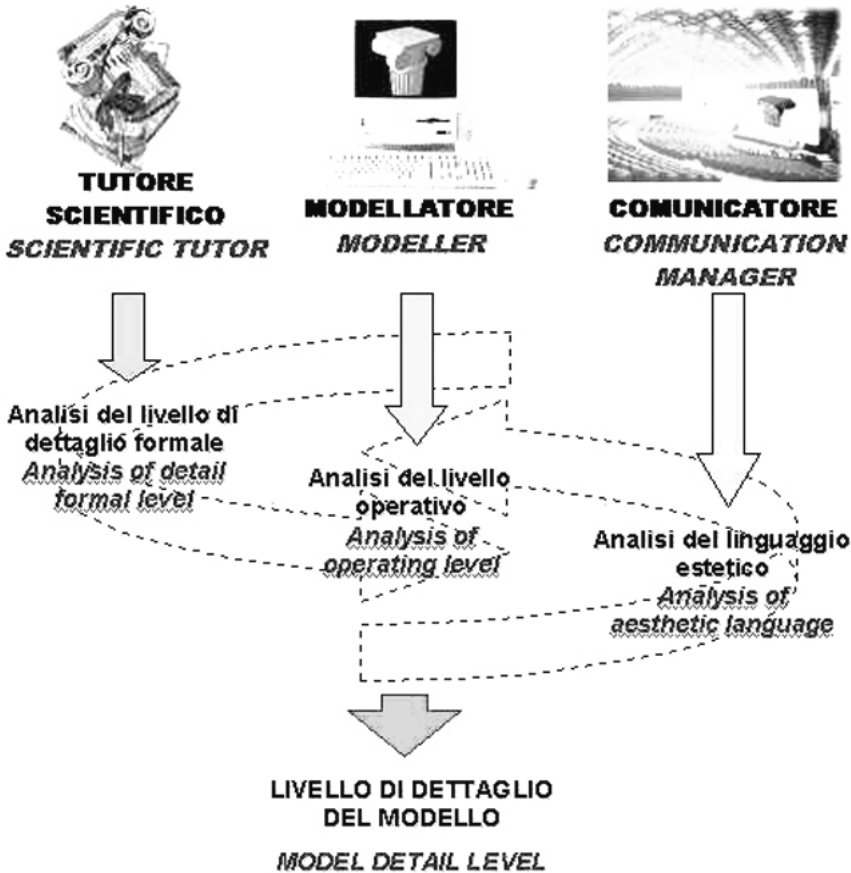


Fig. 1 – Schema logico delle competenze.

Il tutore scientifico deve avere la flessibilità operativa necessaria per modificare gli aspetti formali del progetto a causa dei forti limiti operativi e delle esigenze estetiche che s'impongono.

Il modellatore deve saper fornire in feedback al tutore scientifico ed al comunicatore il livello medio operativo della sua attrezzatura hardware e software e del suo livello di esperienza, velocità e capacità gestionale per applicare i necessari parametri correttivi all'analisi formale.

Il comunicatore deve conoscere a fondo le possibilità espressive dei software a disposizione, per tarare l'interfaccia estetica del progetto e comunicarla al modellatore, oltreché interagire con il tutore scientifico per dichiarare le esigenze estetiche al fine di determinare il più consono livello di dettaglio formale.

Benché le competenze necessarie a svolgere correttamente ciascun ruolo siano fortemente specializzate, a seconda dei progetti è possibile che uno o più componenti del gruppo di lavoro assumano ufficialmente più ruoli.

### 3.2 Livello di Dettaglio

Un altro importante fattore decisionale è il Livello di Dettaglio da utilizzare. Superficialmente potrebbe sembrare un parametro puramente di misura, che identifica quali particolari reali vanno modellati e quali no; in realtà un esame più approfondito porta a distinguere tre componenti:

– **Livello di Dettaglio Formale:** consiste nell'individuare le categorie di elementi che non sono utili al linguaggio espositivo. Gli elementi che appartengono a queste categorie non verranno modellati. Non si tratta di predisporre una soglia minima misurabile, ma di individuare diverse categorie formali. È possibile adottare diversi livelli di dettaglio formale per il medesimo modello, ma solamente in relazione con la distanza che esiste tra l'elemento ed il punto di vista da scegliersi. Elementi vicini risponderanno al livello di dettaglio formale più alto adottato, mentre per distanze maggiori si potrà diminuirlo. A distanze uguali è necessario modellare tutti gli elementi con il medesimo livello di dettaglio formale. Possiamo distinguere ulteriori tre gradi di profondità del dettaglio formale <sup>1</sup> (Fig. 2):

- **Schematizzazione** (liv. 1): è il livello di dettaglio più basso, con meno geometrie se non quelle indispensabili al riconoscimento della forma ed alla corretta identificazione dell'elemento descritto.

- **Semplificazione** (liv. 2): con una maggior quantità di informazioni formali rispetto alla schematizzazione, è il livello di dettaglio che offre la maggior flessibilità decisionale in quanto è compito dei progettisti tararlo in modo da condurre ad un'esatta percezione mantenendo il linguaggio estetico voluto e la versatilità operativa.

- **Reale** (liv. 3): comprende tutte le forme reali percepibili alla scala di rappresentazione del modello.

– **Livello di Dettaglio Operativo:** si tratta di stabilire, misurare, la capacità (in senso qualitativo e quantitativo) dell'apparato operativo del progetto (esperienza dei partecipanti, potenza dei computer a disposizione, ecc.) in relazione agli obiettivi previsti. In pratica si deve avere bene in mente ciò che si può e ciò che non si può fare. Possiamo dichiarare un "basso", "medio", e "alto" livello operativo.

– **Livello di Dettaglio Estetico:** si tratta di scegliere la profondità degli aspetti

<sup>1</sup> La classificazione della profondità di rappresentazione della forma è tratta da DE BERNARDI 1997.

## Outline, Simplification, Reality Schematizzazione, Semplificazione, Realtà

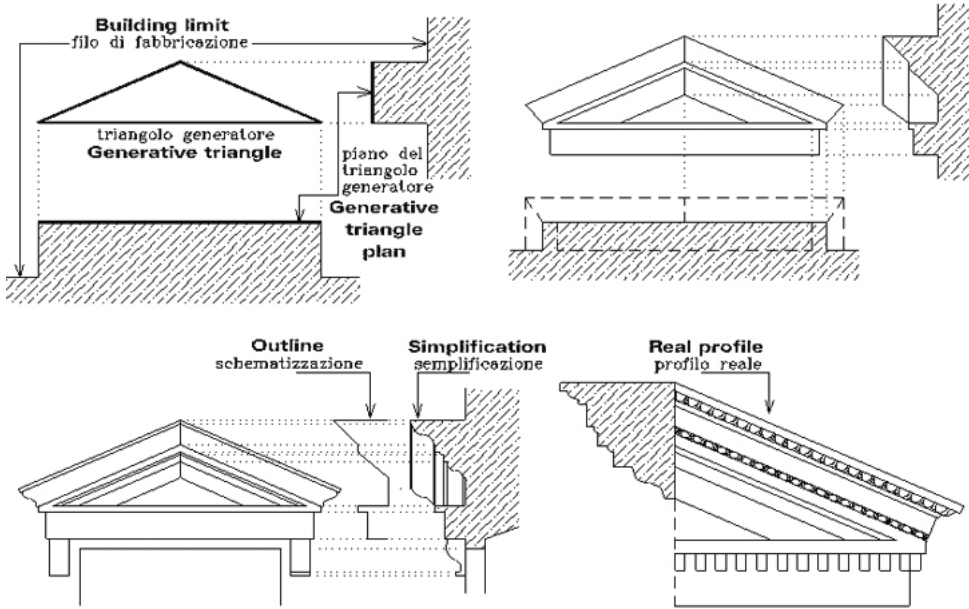


Fig. 2 – Gradi di profondità del Livello di Dettaglio Formale.

dedicati al linguaggio estetico usato da decidersi secondo il “target d’utenza”. Il rendering di un modello che non ha avuto applicate le texture, servirà a coloro che potranno ricevere informazioni dal solo gioco di volumi, mentre per un pubblico più eterogeneo si dovranno applicare texture, riflessioni, simulazioni ambientali ecc. Possiamo identificare due estremi caratteristici del linguaggio utilizzato, i quali stadi intermedi sono diversamente presenti in ogni immagine: descrizione ed evocazione (Fig. 3).

I livelli di dettaglio descritti intervengono congiuntamente nella definizione di un più generico livello di dettaglio che caratterizzerà la rappresentazione dell’oggetto modellato. Ad esempio, con computer molto potenti (livello operativo alto) si potrà aumentare il livello di dettaglio formale, ma se il modellatore non ha esperienza sarà bene limitarlo comunque per non trovarsi in difficoltà con i tempi di realizzazione. Se invece si deve presentare il rendering di un modello virtuale con un livello di dettaglio formale schematico, senza la simulazione dei materiali, sarà sufficiente un apparato operativo di limitata capacità.

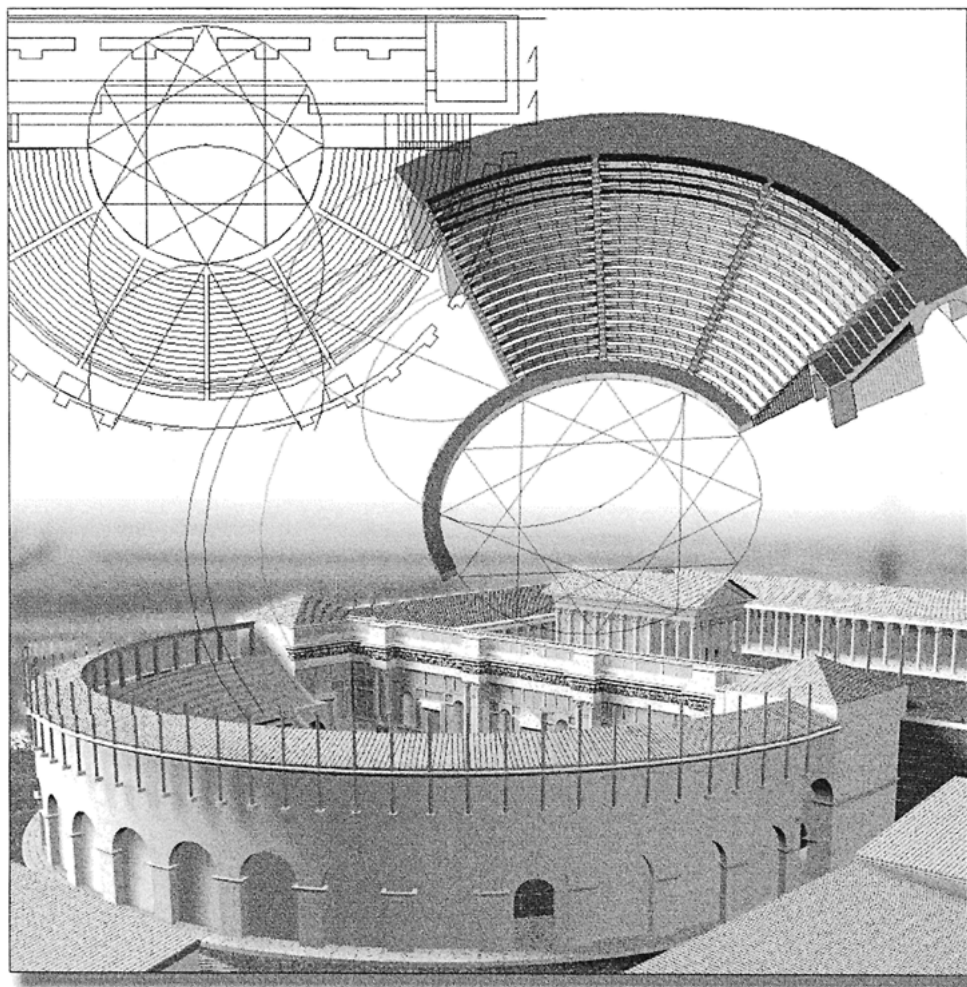


Fig. 3 – Linguaggi di rappresentazione: descrizione ed evocazione.

### 3.3 *Dinamicità del Livello di Dettaglio*

Il Livello di Dettaglio non è un concetto statico. È possibile, impostando dall'inizio una precisa strategia di modellazione, determinare in qualsiasi momento un maggior o minor Livello di Dettaglio. Sfruttando le potenzialità sostitutive dei software di modellazione e rendering è possibile integrare progressivi Livelli di Dettaglio Formale e un'accuratezza progressiva del Linguaggio Estetico.

Esaminiamo un percorso di modellazione. Il concetto di “blocco” o “cella”, racchiude in sé la capacità di gestire insieme di entità diseguate, identificate con un nome e replicate nel modello con dimensioni ed orientamento differenti.

Il concetto forte che sottostà alla dinamicità del Livello di Dettaglio Formale è la capacità del software di aggiornare tutte le repliche del blocco o cella progenitrice, quando questa viene sostituita da un insieme avente il medesimo nome.

Diviene immediato concepire una strategia di modellazione che:

- implichi la definizione di tutte le geometrie quali blocchi o celle;
- di ciascuna forma crei tanti modelli quanti sono i Livelli di Dettaglio Formale voluti;
- indicizzi i nomi dei blocchi o celle in modo tale da poter eventualmente scrivere passi di programma che si occupino di “passare” da un Livello di Dettaglio Formale ad un altro tramite un solo comando.

Anche l'accuratezza del Linguaggio Estetico è dinamica, in quanto i concetti espressi per il Livello di Dettaglio Formale valgono se riferiti ai parametri che determinano una simulazione maggiormente verosimile dei materiali. Una muratura in mattoni d'argilla potrà implementare o meno la simulazione della rugosità, delle variazioni cromatiche, delle imperfezioni, e così via.

Analogamente al concetto di blocco o cella, un “materiale” viene aggiornato al modificarsi dei parametri, pertanto la definizione di differenti “librerie di materiali” contenenti materiali con lo stesso nome permetterà di scegliere tra diversi Livelli di Linguaggio Estetico<sup>2</sup>.

La compatibilità tra software diversi, tra versioni successive dello stesso software e la possibilità di scambiare dati tra piattaforme hardware distinte, oltreché il continuo innalzamento della potenza di calcolo dei computer, permettono di determinare la dinamicità del Livello di Dettaglio legata alla Capacità Operativa.

Con macchine più potenti è possibile gestire un maggior numero di poligoni ed abbassare i tempi di calcolo aumentando l'accuratezza della simulazione dei materiali. Da non dimenticare l'evoluzione degli stessi software che oggi integrano nuovi algoritmi di calcolo per il rendering allargando continuamente il ventaglio delle possibilità operative in un continuo progredire verso la semplificazione delle procedure.

Nondimeno importante, benché meno parametrizzabile, è l'esperienza del gruppo di lavoro che va oltre al computo delle singole competenze, per affermarsi come capacità di analisi delle problematiche, di gestione del lavoro, di interscambio dei ruoli, ecc.

<sup>2</sup> Al momento di pubblicazione di questo articolo, per il Livello di Dettaglio Estetico Dinamico cfr. anche le tecniche ormai applicabili di *multiresolution texturing*.

### 3.4 Interattività del Livello di Dettaglio

La dinamicità del Livello di Dettaglio diviene interattiva quando è fattibile relazionare il Livello di Dettaglio al punto di vista dell'osservatore. In questo modo l'avvicinamento all'oggetto determinerà l'adozione di un Livello di Dettaglio maggiore. Quando la "navigazione" è interattiva, questo processo implica un continuo esame della distanza tra modello ed osservatore con conseguente lavoro dell'hardware.

Un esempio classico di tale applicazione è la modellazione in VRML (Virtual Reality Modeling Language) studiata specificatamente per usufruire dell'interattività nei "mondi virtuali". Una strategia di modellazione che preveda questo tipo di fruizione deve necessariamente avere a disposizione hardware con una gran potenza di calcolo.

## 4. ASPETTI OPERATIVI

Analizziamo le fasi operative che dal rilievo architettonico/archeologico portano alla realizzazione di immagini o animazioni di rendering.

Il rilievo sul campo implica l'uso sia di tecniche tradizionali sia di strumentazione avanzata in grado, sempre e comunque, di rendere note le dimensioni e la disposizione spaziale dei volumi rilevati. Sia nel procedere con bindella e squadra, sia con stazioni totali o scanner laser, il dato fisico viene misurato rispetto ad un sistema di riferimento assoluto (latitudine e longitudine) o relativo (reti d'appoggio e poligonali). Successivamente potrà essere elaborato in formato digitale fornendo, ad esempio, la "nuvola di punti" già in un file di formato compatibile con i software di CAD-Modellazione esistenti sul mercato (DXF, IGES, DGN, DWG), o rappresentato in proiezione ortogonale e stampato su supporto cartaceo, oppure ancora trasmesso sotto forma di modello tridimensionale per superfici.

Ponendoci dal punto di vista del Modellatore, supponiamo di aver già concluso, congiuntamente al Tutore Scientifico ed al Comunicatore, le analisi sul Livello di Dettaglio da utilizzare. È inoltre già stato stilato un progetto operativo che organizza tempi e metodi di lavoro, prevede l'abaco delle fonti, dei file, delle replicazioni e prefigura i risultati finali dei rendering e delle animazioni sotto forma di bozza. Con i dati provenienti dal cantiere e con l'ausilio di tutte le altre fonti disponibili (rilievi precedenti, informazioni storiche, fotografie, ecc.) iniziamo a modellare avendo cura di "digitalizzare" (ovvero tradurre dall'analogico al digitale) il materiale di supporto utile, tramite scansione ed eventuale ridimensionamento "in scala" secondo "l'unità disegno" prescelta nel software CAD (metri, centimetri, chilometri, ecc.). L'unità di misura di riferimento non è comunque vincolante in quanto potrà essere variata in qualsiasi momento; questo permette di poter manipolare direttamente nel software di modellazione i dati espressi dalla fonte in esa-



me, eliminando il possibile errore di misura in scala del disegno e la relativa conversione in unità utili. Inoltre, un elaborato tecnico (ad es. una planimetria) potrà essere incluso nel modello virtuale e referenziato tridimensionalmente al sistema di riferimento offrendo così, contestualmente, i dati necessari.

Nel caso il rilievo sia dedotto da scansioni tridimensionali del sito, l'elaborato di partenza sarà un vero e proprio modello virtuale, benché grezzo. Si dovranno organizzare omogeneamente i dati suddividendoli secondo la loro "famiglia" d'appartenenza, distinguendo superfici relative al terreno, alle strutture, all'edificato recente e così via, operando eventualmente una semplificazione delle geometrie.

La modellazione procederà sfruttando al massimo le funzioni replicative dei software: copie, specularizzazioni, moltiplicazioni in serie di elementi, posizionamento di repliche in scala ed orientamento diverso (blocchi o celle) abatteranno i tempi di modellazione quando l'oggetto presenti similitudini, simmetrie, radiocentricità.

Le verifiche sul corretto posizionamento dei volumi e sull'adeguatezza dei punti di vista che verranno utilizzati per il rendering saranno eseguite tramite preview in shading ovvero calcolando immagini del modello virtuale con le superfici colorate uniformemente in modo tale da "nascondere" le superfici retrostanti (caratteristica del wireframe). Questo "linguaggio espressivo" richiede poche risorse di calcolo (non calcola le ombre "portate") e permette di rendersi conto del rapporto prossemico tra i volumi, valutando la bontà del punto di vista impostato.

Un aspetto importante ha la contestualizzazione del modello, ovvero l'analisi delle informazioni ritenute fondamentali che può trasmettere "ciò che sta intorno" all'oggetto. Il terreno circostante, le relazioni ambientali con il territorio urbanizzato, l'ambientazione delle ipotesi ricostruttive debbono essere attentamente prese in esame in relazione a tutti i fattori sin qui esaminati quali il target utente, e quindi, il Linguaggio Estetico.

La simulazione dei materiali richiede sia la definizione dei parametri legati alle caratteristiche fisiche di risposta alla luce del materiale, che la creazione delle texture tramite l'uso "pesante" dei software di fotoritocco (Adobe Photoshop, Micrografx Picture Publisher, ecc.). Le texture create verranno usate per la simulazione del disegno superficiale, della rugosità, per le "mappe di opacità e di riflessione", ecc. e possono derivare dall'acquisizione a scanner di fotografie prese direttamente in sito (una precisa tessitura muraria) ovvero da pubblicazioni o riviste.

Il "set di luci" dovrà essere predisposto in maniera tale da seguire le indicazioni del Comunicatore, pertanto potrà simulare una determinata condizione naturale (sole pieno, tramonto, ecc.), artificiale (percorso museale,

illuminazione notturna, ecc.), oppure una rievocazione storica (lumi, torce, fuochi, ecc.).

I rendering verranno calcolati con dimensioni tali da avere la giusta risoluzione a seconda degli usi. Così per la pubblicazione digitale (CD-Rom, siti web, ecc.) saranno sufficienti 72 dpi, per quella cartacea non meno di 300 dpi, per le pubblicazioni patinate si arriva a 1200 dpi. Alcuni software non permettono di impostare la risoluzione, ma solamente le dimensioni dell'immagine alla risoluzione video di 72 dpi: in questi casi si supera il problema facendo calcolare un'immagine più grande così da ottenere, riducendola, la risoluzione voluta in un software di fotoritocco.

Anche i movimenti e gli spostamenti degli oggetti e dei punti di vista dovranno seguire i dettami del Linguaggio Estetico predisposto, tenendo in dovuto conto le regole del linguaggio cinematografico: a tal fine si dovrà predisporre uno storyboard ovvero la sequenza dei keyframe o "fotogrammi-chiave", con le relative descrizioni dei movimenti e degli spostamenti degli "attori" coinvolti nella "scena". Per i "movimenti-camera" dovranno essere predisposti numerosi e brevi percorsi piuttosto che un lungo movimento continuo intorno all'oggetto. Gli "spezzoni" così prodotti verranno "montati" successivamente in un programma di montaggio video con la possibilità di aggiungere, tra uno spezzone e l'altro, effetti di "transizione" quali dissolvenze, "tendine", ecc. Il controllo dell'animazione verrà eseguito tramite preview in shading o Gouraud, cioè algoritmi di calcolo "poveri" che consentono un buon controllo della correttezza delle inquadrature senza calcolare ombre portate, riflessioni ed effetti speciali. Il calcolo dell'animazione richiederà di scegliere una dimensione dell'immagine e la frequenza di fotogrammi/sec. I valori minimi per applicazioni multimediali (tralasciando, quindi, i formati televisivi PAL, NTSC, BETACAM) sono una dimensione di quadro di 320×200 pixel con 15 fotogrammi/sec.

L'elaborazione potrà essere effettuata su singole macchine oppure predisponendo un network rendering o rendering condiviso, che permette di suddividere il lavoro calcolo tra tutte le macchine collegate.

## 5. LA MODELLAZIONE VIRTUALE PER L'ARCHITETTURA ANTICA

Abbiamo analizzato aspetti teorici ed operativi che possono influenzare, più o meno esaustivamente, diverse discipline che trovano nella modellazione virtuale uno strumento adatto alla simulazione ed alla rappresentazione.

Per approfondire gli ausili che la modellazione virtuale offre allo studio ed alla divulgazione dell'architettura antica, riporto un brano dal testo "Reale e Virtuale" di T. Maldonado (MALDONADO 1993, 68-69):

«...i modelli di grafica computerizzata assumono un significato peculiare. Non si può negare che essi apportano qualcosa d'inedito nella storia della modellazione,

qualcosa che li distingue da altri modelli precedenti. E cioè: la loro natura sincretica. Essi sono infatti il risultato di una convergenza di tre tecniche di modellazione che fino a ieri erano state utilizzate separatamente: la replicazione (o emulazione), la simulazione e la formalizzazione matematica. Appunto per questa loro natura sincretica, i modelli informatici possono offrire alla ricerca scientifica e alla progettazione in tutti i campi possibilità mai avute nel passato. Al posto del tradizionale modo di affrontare i problemi percorrendo un lungo e defaticante itinerario di prove ed errori, subentra ora un metodo nel quale prove ed errori richiedono un investimento di tempo e risorse sostanzialmente ridotto. Prove ed errori avvengono adesso nello spazio di una realtà eidomatica, la cui gestione interattiva rende fluido e immediato il nostro rapporto di esperienza con il problema che vogliamo analizzare ed eventualmente risolvere. L'esempio più noto è la possibilità di passeggiare attraverso uno spazio architettonico virtuale (architectural walkthrough)...

I modelli informatici hanno dunque un indubbio valore conoscitivo».

Dunque replicazione, simulazione e formalizzazione matematica con un processo veloce ed amichevole per prove ed errori.

Verifichiamo il possibile uso della modellazione virtuale per redigere un'ipotesi ricostruttiva sulla base dei rilievi di un crollo. I blocchi vengono misurati, fotografati, codificati ed organizzati in un archivio digitale: con queste informazioni possiamo replicare la situazione del sito modellando ed applicando le texture ad ogni blocco. Alcuni aspetti importanti sono i seguenti:

– Con l'ausilio del Tutore Scientifico potremo simulare la situazione originaria dell'edificio, cercando la giusta posizione dei blocchi, operando – per prove ed errori – nell'ambiente virtuale del modello. Al termine otterremo un documento in grado di guidare la ricostruzione reale oltreché di essere disponibile per tutte le funzioni divulgative del caso.

– Il modello virtuale creato contiene, per propria natura, le basi per la formalizzazione matematica adatta al suo utilizzo nei software di verifica statica delle strutture. Benché tale traduzione non sia tuttora completamente automatica (la tipologia dei vincoli e la determinazione dei gradi di libertà), l'analisi statica confermerà o meno l'ipotesi redatta.

– Le immagini di rendering e le animazioni prodotte saranno utilizzate sia per i confronti tra le diverse ipotesi, sia per la divulgazione successiva.

Dal punto di vista operativo, si possono sottolineare invece le seguenti considerazioni:

– Il modello virtuale è modificabile in ogni sua parte senza che venga lesa la qualità dell'insieme.

– Durante la modellazione è possibile annullare le operazioni fatte, quindi procedere per prove ed errori; questo rende estremamente liberi di intervenire sul modello verificando preventivamente il risultato.

– È possibile duplicare tutto o parte del modello virtuale immediatamente, ed inserire parti di altri modelli in quello sul quale si sta lavorando.

- È possibile far coesistere diversi linguaggi e più livelli descrittivi per poi produrre diversi output, senza dover duplicare il modello; lo stesso avviene per le simulazioni.
- Il modello virtuale non “invecchierà” mai, quindi sarà possibile in qualsiasi momento modificarlo, magari aggiungendo informazioni;
- Un modello virtuale è facilmente trasmissibile: più persone possono lavorare insieme sullo stesso modello scambiando i dati magari tramite Internet; questa caratteristica apre un enorme ventaglio di possibilità collaborative tra persone e ruoli diversi.

Infine, dal punto di vista didattico e divulgativo, è possibile evidenziare che:

- La modellazione virtuale è uno strumento in grado di offrire un approccio tridimensionale con l’oggetto, senza limitazioni legate alla scala di rappresentazione (problematica della modellazione materica).
- È possibile analizzare l’edificio scambiando le ipotesi ricostruttive, confrontandole o visualizzandole contemporaneamente nel contesto architettonico del sito.
- L’interattività e l’immersività possibili in un mondo virtuale (tramite visori, applicazioni in VRML e QTVR, ambienti virtuali e quant’altro) offrono l’innovativa capacità di sviluppare analisi cinestesiche<sup>3</sup> prima impossibili progettando il proprio personale percorso nello spazio virtuale. Con l’integrazione di ulteriori “estensioni sensoriali” quali periferiche per il tatto, l’udito, il gusto, è possibile ottenere ulteriori potenze percettive grazie al coinvolgimento del senso aptico<sup>4</sup>.
- La fruizione del modello può avvenire in ogni luogo del pianeta grazie ad Internet. Questo riguarda non solo immagini o animazioni ma anche interattività, immersività, scelta del Livello di Dettaglio e di ipotesi diverse.

<sup>3</sup> Lo psicologo J.J. Gibson, che in un suo saggio del 1966 introdusse il termine inglese *haptic*, dimostrò che i sensi non sono unicamente ricettori passivi della realtà, bensì forniscono al cervello informazioni già elaborate, interpretazioni attive di essa. «...Il *senso aptico* ha origine nel senso del tatto, ma esso prevede un coinvolgimento di tutta la sfera percettiva nella sua globalità. Ad esempio, il rialzo termico provocato dal calore di un incendio coinvolge immediatamente la sensorialità epidermica, ma anche il senso della vista fornisce informazioni sull’estensione dell’evento, mentre il senso dell’udito capta crepitii del fuoco e urla della gente e ancora il senso dell’olfatto degli odori dei fumi: è quindi in una simultaneità di percezioni che il senso aptico fornisce, nell’immediatezza dell’integrazione percettiva, una serie impressionante di dati al cervello...» (APPIANO 1993, 6).

<sup>4</sup> «Il *senso cinestesico* è invece legato al movimento e alla posizione del corpo nello spazio: ne deriva una percezione a distanza e della tridimensionalità niente affatto statica ma, al contrario, assolutamente dinamica, poiché connessa all’azione. Diverso è, ad esempio, osservare una piazza da una finestra (...) da un unico punto stabile, (...) dal percorrere fisicamente la stessa piazza (...) in un susseguirsi di punti di vista “sentendo” lo spazio, percependolo e quindi conoscendolo attraverso la spazialità di posizione, ossia in senso dinamico» (APPIANO 1993, 6).

– Lo stesso modello si rende disponibile alla divulgazione per fasce distinte di target semplicemente integrando un maggior Livello di Dettaglio. Se per il grande pubblico si utilizzeranno rendering fotorealistici della totalità dell'impianto architettonico, per l'utilizzo didattico, scientifico e professionale si richiederà che vengano integrati ai documenti esistenti anche immagini che riproducono le parti componenti dell'edificio, magari in bianco e nero, o direttamente l'analisi formale delle geometrie mediante sezioni.

DAVIDE BORRA

Laboratorio di Modellazione Avanzata di Design  
Politecnico di Torino

## GLOSSARIO TECNICO

**Animazione:** è l'analogo del filmato video, nel quale i fotogrammi ripresi da una videocamera sono sostituiti da immagini di rendering. Applicazioni software permettono di evitare il calcolo di tutti i fotogrammi individuando, ad esempio, il percorso che il punto di vista percorrerà nell'ambientazione virtuale ed il numero di fotogrammi che impiegherà per portarlo a termine.

**Bumping/Mappa di:** simulazione della rugosità di un materiale.

**Caratteristiche fisiche dei materiali:** vengono simulate tramite l'impostazione di svariati parametri legati alla presenza ed intensità di tonalità di colore, trasparenze, riflessioni, lucidità, tessitura, rugosità, opacità.

**Camera/Impostazioni della:** termine che comprende congiuntamente "Punto di Vista" e "Punto di Target". "Muovere una camera" significa modificare la posizione spaziale sia del Punto di Vista che del Punto di Target.

**Entità:** nell'accezione CAD/Modellazione individua le geometrie disegnate in modo generico.

**Fotoritocco:** ritocco di fotografie. Con l'avvento del digitale viene inteso quale editazione digitale di immagini.

**Frame:** (fotogramma) unità temporale di un'animazione o di un video. Nell'animazione è costituito da un'immagine di rendering. A seconda dello "standard video" vengono identificate diverse velocità di scorrimento dei frame (fps = frame per secondo): 25 fps/30 fps.

**Keyframe:** (fotogramma chiave) fotogramma che include una scena fondamentale. Ad es., l'animazione di una palla che cade dovrà prevedere almeno due keyframe ovvero la posizione iniziale della palla e quella del punto di contatto con il pavimento. I fotogrammi intermedi verranno calcolati automaticamente.

**Layer:** (livello) strumento dei software di modellazione. Quando una o più entità appartengono ad un layer, esse ne acquisiscono le caratteristiche ed in particolare la scelta di essere visualizzate in quel momento oppure no. Questo permette d'avere diversi layer tematici da "accendere" o "spegnere" a piacimento.

**Modellazione virtuale/Software di:** procedimento che sfrutta un'applicazione software in grado di manipolare volumi e superfici descrivendone le caratteristiche geometriche. I risultati sono rappresentazioni in wireframe di ambienti od oggetti.

**Preview:** (anteprema) in senso lato fa riferimento ad un'azione di controllo preventivo prima della pubblicazione definitiva.

**Punto di Target:** rifacendosi alla fotografia, è ciò che "si mette a fuoco" (oggetto o panorama che sia). Nei software di rendering è rappresentato da un punto nello spazio. È parte integrante della Camera.

**Punto di Vista:** rifacendosi alla fotografia, è la posizione della macchina fotografica. Nei software di rendering è rappresentato da un punto nello spazio. È parte integrante della Camera.

**Reference File:** (file di riferimento) file 2D o 3D (file “figlio”), o parte di esso, collegato e relazionato spazialmente ad un altro (il file “padre”). Ogni “padre” può avere più “figli” (e viceversa) che a loro volta possono avere “figli” e così via fino ad un possibile limite imposto dal software. Ogni volta che si lavora con il file “padre”, vengono “caricati” i file “figlio”, aggiornati.

**Rendering/Immagine di:** processo di calcolo svolto per mezzo di computer e software dedicati, che produce immagini o animazioni di ambienti o oggetti, simulandone il materiale costituente ed il contesto ambientale. Più è raffinata la simulazione, più l'immagine viene detta “fotorealistica”.

**Scena:** dal linguaggio cinematografico è l'insieme degli attori, del “set di luci”, del contesto, in altre parole di tutto ciò che “entra in macchina” ovvero viene ripreso.

**Set di luci:** l'insieme delle luci e delle impostazioni relative, atte a determinare la situazione luminosa di un modello virtuale, al fine di produrre un'immagine di rendering.

**Storyboard:** sequenza dei keyframe o fotogrammi-chiave, con le relative descrizioni dei movimenti e degli spostamenti (azioni) degli “attori” coinvolti nella “scena”.

**Texture:** (tessitura) immagine bitmap/raster utilizzata per simulare il materiale costituente una o più superfici del modello virtuale. Le texture sono sfruttate anche per simulare la rugosità, l'opacità, la riflessione, ed altre caratteristiche di un materiale.

**Wireframe:** (filo di ferro) modalità di rappresentazione di un modello virtuale, che visualizza i soli spigoli delle superfici con linee nette (vettori), tale da sembrare una costruzione in filo di ferro.

## BIBLIOGRAFIA

- APPIANO A. 1993, *Comunicazione visiva*, Torino, UTET, (ristampa 1997).
- BISTAGNINO L., GIORDANI M. (ed.) 1995, *Percorsi tra reale e virtuale*, Torino, CELID.
- BORRA D. (ed.), rubrica “Spazi Virtuali” del “The Daily Bit” ([www.thedailybit.net](http://www.thedailybit.net)), dallo 01/1999.
- BORRA D., FORTE M. 2000, *The Estense Castle in Ferrara (Italy): Multimedia project and virtual reconstruction*, in J.A. BARCELÓ, M. FORTE, D. SANDERS (eds.), *Virtual Reality in Archaeology*, Oxford, Archaeopress.
- DE BERNARDI M.L. 1997, *La forma e la sua immagine*, Pisa, ETS.
- FORTE M. (ed.) 1996, *Archeologia. Percorsi virtuali delle civiltà scomparse*, Milano, Mondadori.
- HOFSTADTER D.R. 1998, *Gödel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*, Milano, Adelphi.
- MALDONADO T. 1993, *Reale e virtuale*, Milano, Feltrinelli (V edizione).

## ABSTRACT

This paper deals with the problem of virtual modelling for ancient architecture. After examining the different roles played in the project management of a virtual model – the scientific tutor, the modeller and the communicator – the representation of the modelled object is designed according to different detail levels (formal, operational and aesthetic), with emphasis on their dynamic and interactive features. The paper then describes the operational steps for creating a virtual model and considers, in particular, how this may be applied to the study of ancient architecture, examining what this use implies in general, from an operational point of view and as far as the dissemination of knowledge is concerned.