POLITECNICO DI MILANO
Dipartimento di Architettura e Pianificazione . DiAP .

Dottorato in:
Pianificazione Urbana, Territoriale e Ambientale PUTeA
XXI ciclo

La simulazione visiva per l'urbanistica
Il punto di vista percettivo nella comprensione delle trasformazioni urbane

RELATORE
prof. Valeria Erba

CORRELATORE (COORDINATORE DI DOTTORATO)
prof. Fausto Curti

Barbara E.A. Piga
matricola D02465

gennaio 2010

Indice

Introduzione **1**

1. Diffusione e attualità dei laboratori di simulazione urbana **5**

1.1. Uno sviluppo eterogeneo 7

1.2. Pluralità di approcci e applicazioni 23

2. Simulazione visiva: ragioni, obiettivi e criteri **51**

2.1. Uno specifico punto di vista: la simulazione percettiva 53

2.2. Verosimiglianza e legittimazione delle simulazioni 62

2.3. Presentazioni con e senza intermediario 89

2.4. Importanza di una struttura indipendente 96

3. Varietà tipologica delle simulazioni **101**

3.1. Simulazioni statiche e simulazioni dinamiche 107

3.2. Trasversalità delle tecniche 116

3.3. Modalità di visualizzazione 125

3.3.1. Immersività 125

3.3.2. Interattività 135

3.4. Principali tipologie di simulazione 141

3.4.1. Immagini 141

3.4.2. Maquette 147

3.4.3. Realtà artificiale 160

3.5. Tipologie a confronto e loro complementarietà 165

4. Simulazione e formazione **179**

4.1. Uno strumento di sperimentazione nel percorso didattico 181

4.1.1. La simulazione nella didattica del progetto 181

4.1.2. La simulazione nella pratica di Laboratorio 192

4.2. Il Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano: un'esperienza diretta 232

Bibliografia **261**

INTRODUZIONE

In Italia la letteratura sulla simulazione visiva legata ai temi della città, ovvero la verosimile e ***accurata*** anticipazione dei progetti di trasformazione urbana, è pressoché inesistente. Vi sono, ovviamente, testi specifici sull'uso di *render* o delle maquette, ma difficilmente ci si interroga sulla loro validità nel prefigurare le trasformazioni. Allo stesso modo manca, anche in letteratura straniera, un'aggiornata visione d'insieme delle diverse tipologie di simulazione oggi impiegate in urbanistica. Eppure l'impiego di questi strumenti nella descrizione dei grandi progetti di trasformazione urbana si è diffuso in maniera esponenziale, soprattutto dopo l'avvento del *computer*, ed è difficile non pensare che le simulazioni non esercitino un'influenza sulle valutazioni e le scelte che determinano il futuro delle città. In effetti è noto che diversi *developer* producano simulazioni sempre più tecnologiche e accattivanti e si diffondano studi di grafica specializzati nella simulazione dei progetti. È infatti sempre più frequente la resa, e spesso la pubblicizzazione, delle trasformazioni urbane grazie a strumenti di questo tipo, ma la simulazione viene di norma impiegata per presentare i progetti, non tanto per dimostrarne la validità quanto per esibirli [Glanville 1995, p.189]. L'uso sempre più frequente di questi strumenti può far supporre che esista una solida preparazione e una condivisa visione critica delle potenzialità e dei rischi che questi possono comportare nella valutazione dei progetti. In realtà gli studi in merito non sono numerosi e manca completamente un quadro sinottico aggiornato sul tema[1]. Da queste considerazioni nasce l'interesse della presente ricerca che, nel tentativo di rispondere ad alcune questioni, propone alcune riflessioni e si interroga sui possibili vantaggi di un uso sistematico in chiave analitica dello strumento.

1. Un importante testo di riferimento in questo senso è *Visual simulation: A user's guide for architects, engineers and planners,* che *Sthephen Sheppard* scrisse tra gli anni settanta e gli anni ottanta, quando ancora gli strumenti digitali avevano una diffusione limitata e le tecnologie a disposizione erano distanti da quelle comunemente impiegate oggi [Sheppard 1989]

La ricerca è stata condotta a livello teorico, ma è stata anche supportata da un percorso sperimentale che l'autrice ha parallelamente sviluppato con il *Laboratorio di Simulazione Urbana* del *Politecnico di Milano* fin dalla sua fondazione nel gennaio del 2007. Attraverso l'esperienza maturata al laboratorio è stato possibile verificare in prima persona alcune ipotesi avanzate e sviluppare alcune considerazioni inattese stimolate da riflessioni relative alle sperimentazioni in corso; la ricerca ha tratto profitto dall'applicazione così come la sperimentazione è stata alimentata e indirizzata dallo studio in corso, traendone reciproco vantaggio.

Gli esiti qui proposti sono strutturati in tre momenti principali. La prima parte della tesi presenta una ricognizione ad ampio spettro delle diverse applicazioni della simulazione visiva in urbanistica, a partire dalle esperienze di alcuni tra i più importanti laboratori di simulazione urbana. Viene infatti proposta una ricognizione storica che, rispetto al panorama internazionale, illustra lo sviluppo dei laboratori a partire dalle prime sperimentazioni, negli anni sessanta, fino alle esperienze più recenti. Viene inoltre proposto un inquadramento generale delle principali applicazioni della simulazione impiegate in ambito professionale; la rassegna non ha l'ambizione di essere esaustiva, ma mira piuttosto a fornire un quadro sintetico d'insieme, che dà conto delle diverse articolazioni del tema e che potrebbe essere spunto per ulteriori approfondimenti e ricerche.

La parte centrale della ricerca costituisce il cuore della tesi e affronta criticamente il tema dell'impiego delle simulazioni per la descrizione dei grandi progetti di trasformazioni urbana. A questo proposito ci si interroga sugli aspetti che garantiscono la validità e sulle reali possibilità conoscitive delle simulazioni; vengono quindi analizzati i principali elementi da tenere in considerazione nella valutazione e nella realizzazione di visualizzazioni capaci di anticipare efficacemente la realtà. Ma questi criteri sono direttamente influenzati dal *medium* impiegato, per questo motivo viene proposta un'analisi puntuale delle diverse tipologie di simulazione e una lettura sinottica che consenta un confronto tra le differenti modalità. L'intento è quello di proporre un quadro teorico di riferimento e rispetto a questo fornire

un'interpretazione che consenta di leggere e mettere a fuoco pregi e difetti delle differenti tipologie oggi impiegate in urbanistica. L'obiettivo è duplice, se da un lato si vogliono fornire gli strumenti che consentano una lettura critica delle simulazioni proposte, dall'altro si propone un riferimento per la realizzazione di simulazioni capaci di garantire decisioni correttamente informate. A questo proposito viene presentata una rilettura delle caratteristiche delle simulazioni funzionale all'intrinseca possibilità di efficiente prefigurazione degli ambienti. L'interpretazione proposta tiene in considerazione non solo la simulazione in quanto tale, ma anche l'osservatore e l'interazione che tra questi è possibile instaurare; la chiave di lettura è data dalle possibilità della simulazione di restituire fedelmente un luogo e al contempo di stimolare una modalità di percezione che richiama quella reale.

La parte finale della ricerca propone invece un approfondimento sul possibile ruolo delle diverse tipologie di simulazione per la formazione universitaria. L'efficacia di questo approccio, la sua ampia diffusione e soprattutto la sua capacità di rendere visibili gli esiti progettuali a professionisti e meno esperti ha spinto diversi atenei a sperimentare questo metodo anche a supporto della formazione universitaria. Il linguaggio visivo è lo strumento principe di cui tradizionalmente si avvalgono architetti e urbanisti; non solo la presentazione, ma tutto il percorso di costruzione dei progetti avviene col supporto di questo linguaggio. È principalmente attraverso questa modalità di comunicazione che vengono fissati i pensieri, illustrate e condivise le idee, testati gli esiti e verificati alcuni aspetti specifici dei progetti; è quindi proprio a partire da questo supporto che vengono formulate considerazioni, valutazioni e infine definite le scelte. La rappresentazione è per questo ambito un elemento di comunicazione insostituibile e un riferimento indispensabile; ma la padronanza di questi strumenti si acquisisce con l'esperienza e non è sempre facile per gli studenti interpretare gli esiti percettivi di un progetto a partire da rappresentazioni tradizionali. La simulazione può collaborare alla formazione dei futuri professionisti quale supporto che collabora ad evidenziare gli esiti percettivi dei progetti, concretizzando le idee e restituendo le ricadute compositive. L'impiego della simulazione può intervenire a suppor-

to degli strumenti tradizionali e collaborare alla crescita professionale dei futuri architetti e urbanisti. Può così collaborare a sviluppare quell'abilità, tipica dei professionisti, che consente di leggere la complessità degli esiti progettuali anche se, come nota *Glanville* [1995, p.189] non è in sé stessa garanzia di progetti ben riusciti. In chiusura viene quindi descritta la prima esperienza italiana di questo tipo, esperienza che il *Laboratorio di Simulazione Urbana* sta svolgendo con diversi tirocinanti per testare l'impiego di questi strumenti nella valutazione dei grandi progetti di trasformazione urbana.

1. Diffusione e attualità dei laboratori di simulazione urbana

1.1. UNO SVILUPPO ETEROGENEO

«In North America and in Europe this search for new visual forms of communication intensified when public awareness about planning and engineering projects, and criticism of such projects, demanded professional attention››
[Bosselmann et Al. 1993, p.11]

I primi laboratori di simulazione urbana nascono alla fine degli anni sessanta con l'obiettivo di produrre delle visualizzazioni che contribuiscano ad illustrare gli esiti percettivi dei grandi progetti di trasformazione urbana a professionisti, tecnici e ad un pubblico non esperto. Questa necessità, che portò gli studiosi ad intraprendere la ricerca di un nuovo linguaggio grafico che favorisse la comunicazione con un pubblico eterogeneo, nacque dal profondo mutamento che stava investendo il vecchio e il nuovo continente.

La progressiva diffusione dei laboratori di simulazione urbana prese infatti avvio negli Stati Uniti d'America negli anni sessanta, si sviluppò in modo indipendente in Europa negli anni settanta e solo negli anni ottanta raggiunse anche i paesi orientali, e in particolare il Giappone. Le modalità di impiego della simulazione rispetto ai processi urbanistici variano da laboratorio a laboratorio e così gli obiettivi che ne guidano l'utilizzo. Non è possibile definire un approccio distinto in funzione di queste tre aree geografiche, ma sicuramente e possibile rintracciare una propensione prevalente. Negli USA la simulazione viene principalmente impiegata a supporto di processi di partecipazione pubblica, valutazione e *decision-making*; in Europa l'impiego prevalente è stato storicamente indirizzato a supportare la formazione universitaria e lo svolgersi del percorso progettuale, mentre in Giappone ci si è concentrati da un lato sull'evoluzione delle tecniche di simulazione e dall'altro ai processi di partecipazione pubblica.

Anche le modalità di realizzazione delle simulazioni, che seguono l'evoluzione delle tecniche generalmente sviluppate in altri campi, hanno influito sulle applicazioni e ne hanno condizionato l'uso nei processi urbanistici. Negli anni più recenti gli avanzamenti tecnologici hanno investito e influenzato le modalità di progettazione e presentazione dei progetti, ma negli anni sessanta la diffusione su larga scala della *computer graphic* era ancora lontana e il suo impiego in ambito urbanistico/architettonico era pressoché inesistente[2]. I sistemi di disegno digitale allora in uso consentivano di tracciare esclusivamente semplici linee. Si dovette attendere un decennio perché la grafica computerizzata cominciasse a spostarsi verso un "approccio di tipo televisivo" [Negroponte 1995, p.95]. Le difficoltà di comunicazione col calcolatore e gli elevati costi ritardavano l'utilizzo diffuso e sistematico di questo potente strumento, ma le potenzialità e il cambiamento che il *personal computer* avrebbe portato nella pratica professionale cominciavano ad essere intuibili. L'effettiva diffusione avvenne negli anni ottanta in ambiti specializzati, ma è solo negli anni novanta che se ne registra un effettivo impiego su larga scala [Langendorf 1999, p.152]. In ambito urbanistico le prime esperienze di simulazione visiva, sia di tipo statico che dinamico, sono state sviluppate grazie ad alcune strumentazioni e tecniche proprie del cinema e del-

2. All'inizio degli anni sessanta la *computer graphic* era usata prevalentemente in ambito automobilistico e aerospaziale, nonché nelle agenzie governative. Nel 1963 la tesi '*Sketchpad*' (blocco per schizzi) di *Ivan Sutherland* (a cui Negropontoe attribuisce anche l'origine della *Virtual Reality* collegandola alla sua invenzione del primo casco visivo), lanciava per la prima volta l'idea della grafica interattiva computerizzata, ma ‹‹ci vollero dieci anni perché ne capissimo e apprezzassimo tutti i risvolti›› [Negroponte 1995, p.103]. Negli anni settanta *U.S. Navy* sviluppò il primo programma tridimensionale che lavorava su semplici forme geometriche. Solo all'inizio degli anni ottanta, con lo sviluppo del *Personal Computer* (*PC*) si cominciarono ad utilizzare maggiormente programmi CAD (*Computer Aided Design*), il primo AutoCAD risale infatti al 1983. Nei primi anni novanta la tecnologia consentiva di disegnare interi ambienti architettonici e urbani, ma le resa delle simulazioni richiedeva ancora tempi molto lunghi, soprattutto per raggiungere dettagli fotorealistici. Alla fine degli anni novanta lo sviluppo del *World Wide Web* (Web) e della *Virtual Reality* (*VR*) aprirono nuovi orizzonti; nello stesso periodo si sviluppavano programmi capaci di gestire simulazioni fotorealistiche di grandi ambienti urbani, come il *City Simulator* realizzato dalla *University of California* di *Los Angeles*. [Ben-Joseph 2001, p.198-199]

la fotografia. L'avanzamento e la diffusione su larga scala della *computer graphic* ha poi incentivato lo studio e l'utilizzo dei nuovi strumenti informatici, elemento che ha reso più accessibili alcune tipologie di simulazione e ha contribuito alla loro diffusione.

STATI UNITI D'AMERICA

Negli Stati Uniti d'America in modo particolare, gli anni sessanta furono caratterizzati da un'intensa produzione edilizia, spesso sviluppata in altezza, e da un crescente interesse dei cittadini rispetto ai processi di trasformazione urbana, riguardo ai quali chiedevano un coinvolgimento diretto; solo qualche anno più tardi, inoltre, il settore privato divenne di fatto il terzo potere ad incidere sul futuro delle città. Il problema di mettere efficacemente in comunicazione il settore pubblico, quello privato e la cittadinanza divenne quindi una necessità [Kwartler et al 2008, pp.1-3]. Questi presupposti fecero emergere l'esigenza di individuare un linguaggio grafico che favorisse la comprensione dell'esperienza visiva generata dai progetti e consentisse una lettura fedele degli esiti. La ricerca di un linguaggio di immediata lettura che non desse luogo a fraintendimenti e garantisse quindi anticipazioni accurate della città mirava a individuare le tecniche e gli strumenti che, nei limiti del possibile, consentissero di minimizzare il distacco tra esiti simulati ed esiti concreti. Lo studio era indirizzato dalla necessità di supportare il dialogo tra le parti, ma anche di individuare nuovi approcci che consentissero di supportare le scelte urbanistiche.

Individuata nelle rappresentazioni fotorealistiche una valida modalità di comunicazione che, richiamando la realtà dei luoghi contribuiva ad agevolare il dialogo e a favorire il coinvolgimento informato, una delle prime esigenze fu quella di interrogarsi sui criteri di validità delle simulazioni. Obiettivo era sviluppare un approccio critico che favorisse una lettura disincantata delle simulazioni proposte e garantisse l'individuazione di principi guida che consentissero un'efficace anticipazione degli esiti percettivi dei progetti.

In risposta alle crescenti richieste dei cittadini di partecipazione alle grandi trasformazioni urbane e di maggiore attenzione rispetto all'impatto prodotto sull'ambiente, il *Federal Government* produsse nel 1969 il *National Environmental Policy Act (NEPA)*. Adottato da molti Stati nella prima parte degli anni

settanta, questo documento legislativo prevedeva espressamente un'analisi dell'impatto, anche visuale, dei grandi progetti ingegneristici, architettonici e urbanistici sull'ambiente urbanizzato e naturale; definiva come necessaria un'informazione pubblica, realizzata in modo trasparente e neutrale, che chiarisse gli effettivi impatti, positivi o negativi, dei progetti [Bosselmann et al. 1993, p.11].

Per ottemperare alla nuova legge e per rispondere alle necessità di integrazione nei processi di trasformazione urbana espressi dalla cittadinanza, la *National Science Foundation*[3] *(NSF)* incaricò un gruppo di ricercatori della *University of California* di *Berkeley* di condurre uno studio che aiutasse i professionisti e il grande pubblico a visualizzare gli esiti dei progetti prima della effettiva realizzazione e consentisse quindi un informato coinvolgimento pubblico rispetto ai temi urbanistici [Mellander 1974, p.61-62]. Nacque così, nel 1972, il primo laboratorio di simulazione urbana al mondo: l'***Environmental Simulation Laboratory***[4] (*ESL*) (*fig.1*), fondato dall'architetto *Donald Appleyard* e dallo psicologo *Kenneth H. Craik.* Composto da pianificatori, psicologi ed ingegneri il laboratorio si concentrò da subito sugli aspetti visivi della simulazione quale elemento chiave nella descrizione delle trasformazioni fisiche e, su richiesta della *National Science Foundation*, si concentrò in prima istanza sulla verifica della effettiva validità delle simulazioni [Bosselmann et al. 1993, p.12]. Tale ricerca analizzò le tecniche di simulazione visiva e venne consolidata da uno studio atto a confermare una 'risposta equivalente' (*response equivalence*) tra simulazioni e realtà [Craik et al. 1975].

Environmental Simulation Laboratory (Berkeley)

3 . Agenzia Federale Indipendente fondata dal Congresso nel 1950 ‹‹to promote the progress of science; to advance the national health, prosperity, and welfare; to secure the national defense›› [www.nsf.gov/about (11.12.2008)]

4 . Prima della costituzione di questo laboratorio piccoli centri di simulazione erano già presenti in diversi paesi, ma lavoravano alla sola scala architettonica [Appleyard et al. 1973, p.18-19]; con il laboratorio americano la simulazione si estendeva alla scala urbana e del *landscape*

1. *Environmental Simulation Laboratory* della *University of California* (*Berkeley*)
[Fonte: *Environmental Simulation Laboratory* (*University of California*)]

La ricerca di un supporto che facilitasse la comprensione delle qualità dell'ambiente fisico e ne aiutasse la visualizzazione ricevette un grosso impulso negli anni sessanta dagli studi di *Kevin Lynch*, che sviluppò un linguaggio grafico per evidenziare come la città e le sue trasformazioni condizionino l'esperienza urbana. Ma lo stesso *Lynch* e il suo più stretto collaboratore *Donald Appleyard*, con cui sviluppò in particolare un aspetto del tema in *The View from the Road*, notarono come questo linguaggio fosse ancora troppo tecnicistico (*idiosyncratic*) e soffrisse quindi della necessità di appoggiarsi ad un sistema d'interpretazione per essere inteso [Bosselmann et al. 1993, p.11][5].

5. ‹‹Few single publications of that period had a more profound influence on the field of Architecture and Urban Planning than Kevin Lynch's (1960) 'Image of the City'. When applied, Lynch's ideas did not necessarily appease citizens or facilitate consensus building of controversial proposals; his aim was to better understand the qualities of physical urban environments. Lynch developed a graphic language for analyzing the experience of urban form, and for evaluating how future changes might affect such an experience. The evaluations, he and others believed, improved public discussions and would, hopefully, lead to a better informed decision-making process. Ironically, much of the new graphic imagery invented in the early 1960s was idiosyncratic, relying on notation

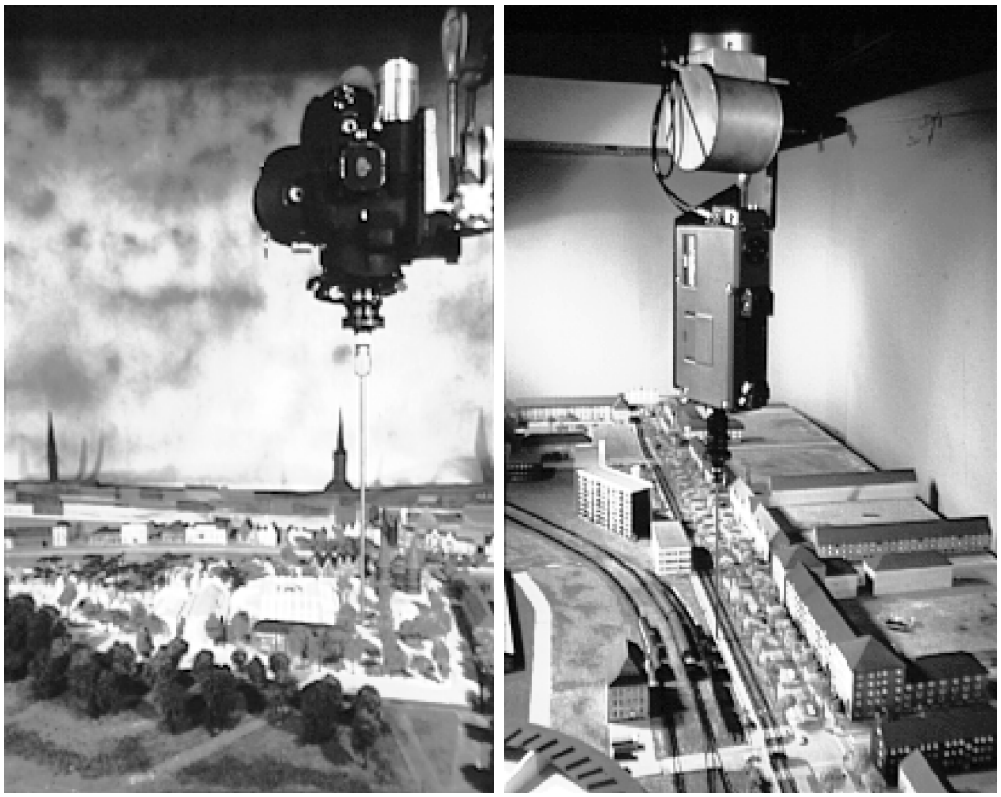
Nel proseguire la ricerca intrapresa da *Lynch* i suoi collaboratori, e in particolare *Donald Appleyard*, cercarono una strada che permettesse di superare queste difficoltà, strada che portò e guidò la formazione dell'*Environmental Simulation Laboratory*.

Nella ricerca di un metodo visuale capace di descrivere la città e le sue trasformazioni in modo efficace e immediato, il laboratorio si concentrò su tipologie di simulazione che non necessitassero di un'interpretazione per essere intese e consentissero al contempo di descrivere dinamicamente l'ambiente. Le ricerche indicarono come riprese fotografiche dall'interno di maquette fossero quelle che garantivano la miglior risorsa per la simulazione visiva [Mellander 1974, p.62]. Questo metodo, che consentiva di generare viste fotorealistiche in soggettiva, si avvalse di alcune tecniche cinematografiche sviluppate in quegli anni. Questo sistema permette di realizzare simulazioni statiche o dinamiche grazie all'utilizzo di strumenti, quali periscopi o endoscopi, collegati ai tradizionali strumenti di ripresa o usando direttamente foto/videocamere miniaturizzate ('*lipstick cameras'*) all'interno di maquette ('*model endoscopy')* [6] (*fig.2*).

systems that were difficult, if not impossible, to understand. (Appleyard, 1976).›› [Bosselmann et Al. 1993, p.11]

In effetti, a proposito del metodo grafico individuato con *Lynch, Appleyard* nota come:
‹‹Even with notation systems that describe experience, as developed in the View from the Road (Appleyard, Lynch, & Myer, 1964), people must have a deep familiarity with the abstract medium and what it represents in order to feel with any assurance that they can predict its experiential reality.›› [Appleyard 1976, p.19]

6. Vedi http://www.tut.fi/units/arc/amltech/eaea/endoscopy.htm (2009.01.19)



2. Primi esempi di simulatori endoscopici: anni '70/'80 (a sinistra), anni '80/'90 (a destra) [Fonte: Markelin 1993, p.32]

La verosimiglianza al reale di queste simulazioni venne definita il punto di forza che consentiva ad un ampio pubblico di comprendere le implicazioni di un progetto. Il laboratorio californiano, a tutt'oggi attivo, ha sviluppato negli anni diverse simulazioni che miravano ad una miglior comprensione delle trasformazioni urbanistiche rivolte ad un pubblico che comprende amministrazioni, operatori privati e gruppi organizzati di cittadini.

Da questa prima esperienza se ne sono sviluppate altre analoghe nel mondo, ma nel 1990 *Peter Bosselmann*, direttore del laboratorio sin dal 1979, notava come nonostante fosse ormai possibile produrre con un certo agio simulazioni dinamiche, non si fosse invece sviluppato un approccio che ne prevedesse l'uso per valutare le proposte di progettazione e pianificazione [Bosselmann 1990, p.3].

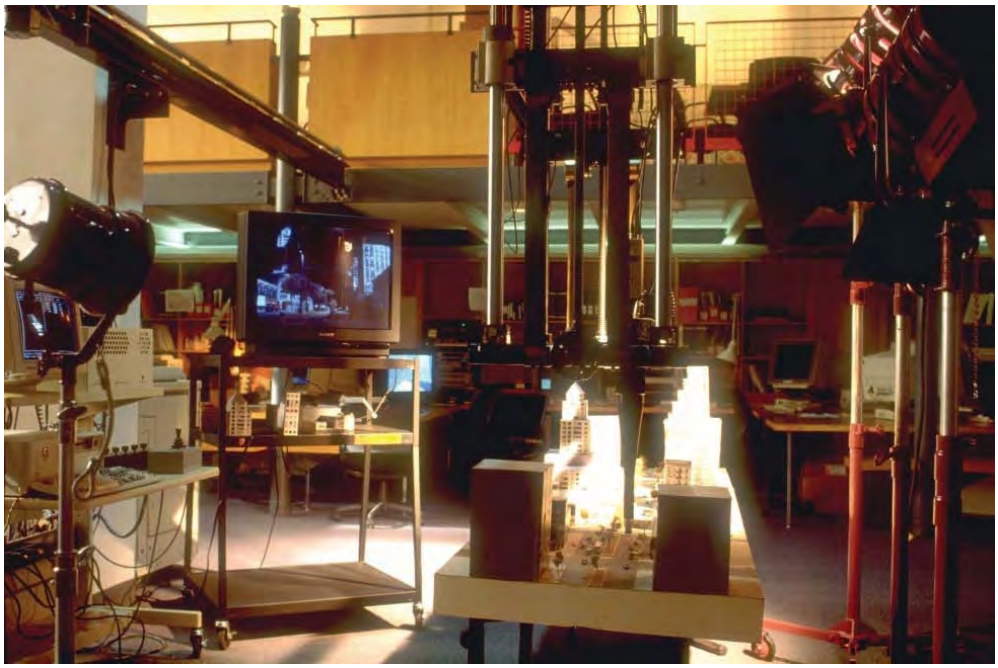
Sempre alla fine degli anni sessanta la *Graduate School of Architecture and Urban Planning* della *University of California at Los Angeles* (*UCLA*) inizia di interessarsi ai temi della modellazione digitale tridimensionale con il lavoro

n
ılation
n
Angeles)

di *Peter Kamnitzer*, che applica il simulatore sviluppato dalla *NASA* per l'atterraggio sulla luna per navigare la città in tempo reale. Da questa prima esperienza nasce l'***Urban Simulation Team***, gruppo che si interessò da subito all'applicazione delle prime tecnologie della *computer graphic* in ambito urbanistico, quale strumento per anticipare le proposte di trasformazione e valutarle in funzione delle reazioni dei diversi attori coinvolti. Negli anni ottanta questo approccio viene sviluppato da *Bill Jepson*, attuale direttore del laboratorio di *Los Angeles*, che applicò le tecnologie di simulazione di volo sviluppate per l'addestramento militare adattandole alla navigazione di ambienti urbani alla grande scala. L'approccio, ancor oggi utilizzato, prevede l'impiego di 3D digitali realizzati in modo fotorealistico e ad alta risoluzione; questo garantisce una comunicazione immediata e consente una navigazione interattiva, anche in modalità remota, dell'ambiente simulato. Con questi strumenti il laboratorio mira a sviluppare un sistema che consenta di spiegare in modo semplice l'impatto dei progetti di trasformazione urbana per agevolare la partecipazione ai processi di *decision-making* [Friedman et al. 1995 p.165-166; Ligett et al. 1995, p.291-293].

Environmental Simulation Center (New York)

Tra le molte esperienze maturate negli ultimi decenni merita segnalarne alcune. A *New York* si sviluppa un laboratorio, ***l'Environmental Simulation Center*** (*ESC*), che si specializza sull'utilizzo del *Information Technology* quale strumento di supporto alla partecipazione pubblica e alle fasi decisionali grazie ad una comunicazione diretta che facilità la valutazione. Nato come laboratorio gemello di quello della *Berkeley*, il centro si avvale sia di modelli fisici che digitali e ne prevede un uso combinato. L'*ESC,* diretto da *Michael Kwartler*, fu fondato nel 1991 alla *New School* di New York. Composto da pianificatori e architetti si concentra in particolare su simulazioni che consentono una visualizzazione in tempo reale (*fig.3*). Un importante obiettivo del laboratorio è quello di realizzare uno strumento che consenta a decisori e pianificatori di avere un supporto che si evolve con la città e che quindi consenta di agevolarne il monitoraggio, il governo e lo sviluppo partecipato.



3. Simulatore dell'*Environmental Simulation Center* (*ESC*) di *New York* (1993)
[Fonte: Kwartler et al.2008, p.12]

Senseable City Lab (Boston)

Al *Massachusetts Institute of Technology* (*MIT*) il ***Senseable City Lab*** diretto da *Carlo Ratti* sviluppa, in collaborazione con *Tangible Media Group*, dei sistemi di simulazione, applicabili in campo urbanistico, che integrano diverse modalità di rappresentazione. In particolare gli sforzi vengono concentrati per realizzare simulatori capaci di integrare modelli fisici e digitali. L'obiettivo è quello di favorire la formazione accademica e la pratica professionale grazie a strumenti che agevolano la comunicazione e di conseguenza facilitano anche il coinvolgimento del pubblico non esperto.

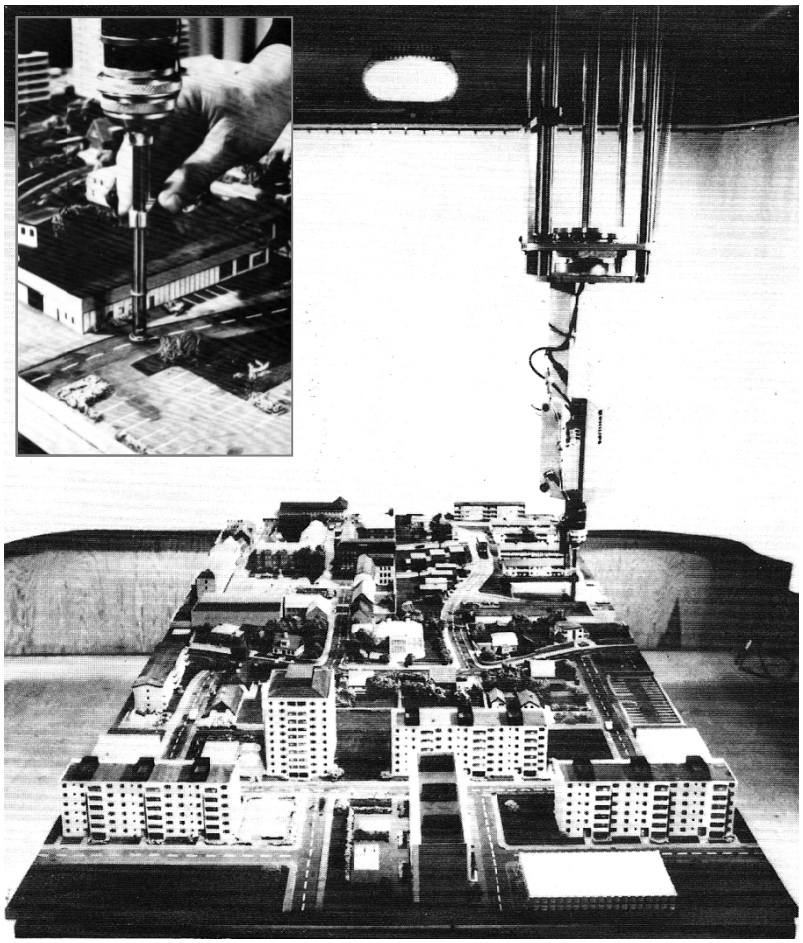
EUROPA

Il primo laboratorio in ***Europa***, l'*Environmental Psychology Unit*, si è sviluppato in Svezia presso la *Lund University of Technology*. Attivato negli anni settanta sotto la direzione del prof. *Carl-Axel Acking*, il laboratorio era il secondo al mondo a possedere un simulatore[7] (*'environmental simulator')* (*fig.4*), che

7 . Con *simulatore* si intende uno strumento che consente di realizzare viste in soggettiva a partire da maquette in scala

Architectural Media Laboratory (Tampere)

però lavorava solo in bianco e nero. Nello stesso decennio e a partire dalle esperienze del laboratorio svedese, ne venne istituito uno analogo in Finlandia, presso la *Tampere University of Technology*, l'*Architectural Media Laboratory* (*AML*), diretto dal prof. *Helmer Stenros*; nato con lo scopo di sperimentare nuove modalità di visualizzazione a supporto del percorso di formazione dei futuri progettisti, questo laboratorio, ancora attivo, vide un lungo periodo di implementazione del simulatore, attivato solo nel 1980 fu il terzo nel suo genere ad essere realizzato, dopo quella della *Berkeley* e di *Lund*; questo strumento, poi sostituito da uno più moderno, consentiva di lavorare con scale che andavano da 1:200 a 1:1000 (*fig.5*). La strumentazione del laboratorio finlandese consentiva la movimentazione di strumenti di visualizzazione in soggettiva sia in modo remoto, grazie ad un controllo meccanizzato che consente anche un'impostazione della velocità, che in modo manuale. Fin dalle origini il laboratorio si è concentrato sullo studio di simulazioni architettonico/urbane di tipo dinamico e ha lavorato in modo integrato ai corsi universitari quale strumento didattico nel campo della progettazione [Stenros 1993; Alavalkama 1993].



4. Simulatore della *Lund University of Technology*
[Fonte: Burden 1985, p.76-77]

5. Simulazione realizzata da un *Maquettoscope* (plastico in scala 1:500)
[Fonte: www.tut.fi/units/arc/amltech/eaea/endoscopy.htm (2009.01.19); foto di *Ilkka Alavalkama*]

Simulationslabor (Stoccarda)

Sempre negli anni settanta veniva attivato in Germania il *Simulationslabor*, diretto da *Antero Markelin*, presso *l'Institute of Urban Planning* della *Universitaet Stuttgart.* Anche questo laboratorio si avvaleva di un simulatore e, riallacciandosi alle ricerche della *Berkeley*, il gruppo di ricerca condusse diverse sperimentazioni atte a valutare l'affidabilità delle simulazioni nel prefigurare gli ambienti urbani. Definiti i criteri che potevano garantire il corretto impiego dello strumento per la visualizzazione dei progetti urbani il laboratorio iniziò ad utilizzare le tecniche di simulazione a sostegno del percorso formativo legato alla progettazione urbana [Markelin 1993, pp.31-34].

Con uno scarto decennale ma spinti dalle stesse necessità si sono sviluppati in Europa diversi laboratori che trattano i temi della simulazione in campo urbanistico. Alla *University of Bath* fu fondato nel 1992 il laboratorio ***Centre for Advanced Studies in Architecture*** (*CASA*) con lo scopo di realizzare applicazioni che usufruissero della tecnologia digitale per realizzare ricerche in campo urbanistico e architettonico. Il centro, ancora attivo, è diretto da *Paul Richens* e sviluppa diverse ricerche concentrandosi in particolar modo sui temi del cambiamento climatico, dell'innovazione, della progettazione e dell'interpretazione storica. Sempre in Gran Bretagna un'iniziativa della *University College London* porta alla fondazione del ***Centre for Advanced Spatial Analysis*** (*CASA*), diretto da *Mike Batty*. Il centro si configura da subito come laboratorio di ricerca interdisciplinare e utilizza le possibilità aperte dall'*Information Technology* in discipline che trattano i temi della geografia, dello spazio, dell'ambiente costruito. Gli indirizzi di ricerca del centro sono diversi e tra questi, oltre alla simulazione visiva, si trovano applicazioni basate su strumenti GIS e soprattutto modellazioni con automi cellulari.

Centre for Advanced Studies in Architecture (Bath)

Centre for Advanced Spatial Analysis (Londra)

European Architectural Endoscopy Association (EAEA)

All'inizio degli anni novanta venne fondata la prima associazione di livello europeo che si occupa di simulazione urbana, l'***European Architectural Endoscopy Association*** (*EAEA*). Nata con lo scopo di creare una relazione internazionale tra realtà che trattano questioni analoghe l'associazione raccoglie ad oggi diversi membri e a partire dal 1993 organizza ogni due anni una conferenza mondiale sugli argomenti inerenti. Il campo di attività riguarda la simulazione e le diverse applicazioni nel campo dell'architettura e

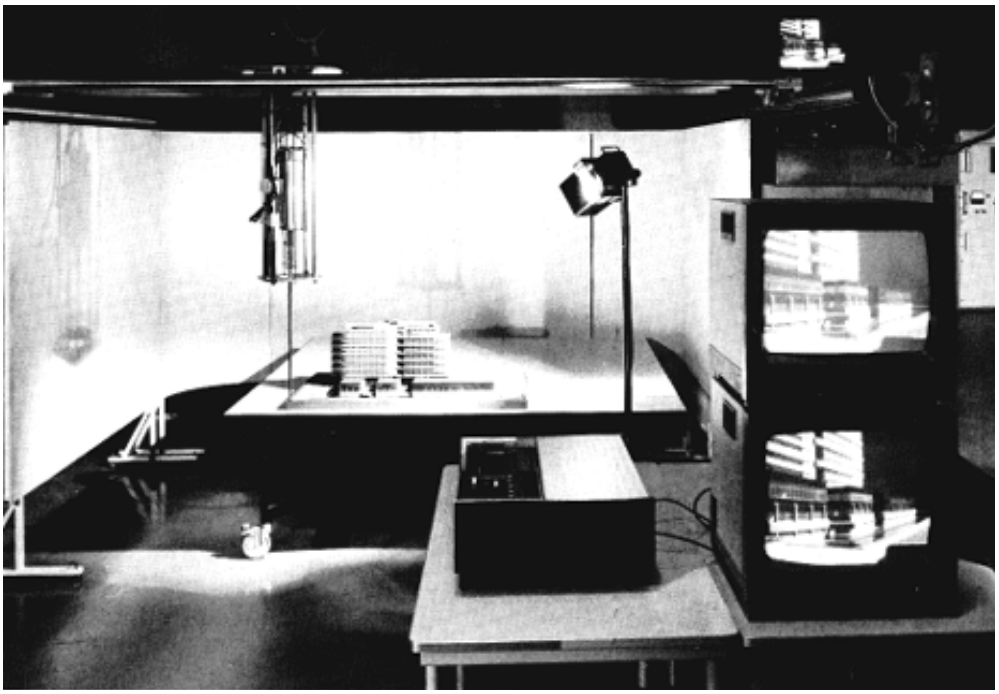
dell'urbanistica, con particolare attenzione alle modalità di tipo dinamico. Gli obiettivi dell'associazione sono di promuovere l'impiego della simulazione per diverse applicazioni e di favorire lo scambio riguardo alle esperienze sviluppate; inoltre viene promossa una collaborazione su progetti comuni tra i diversi afferenti e viene incentivato lo sviluppo della ricerca sul tema. La maggior parte degli aderenti sono laboratori di ricerca universitari; è infatti proprio in queste sedi che vengono per lo più sviluppati i temi e le applicazioni della simulazione a supporto dell'urbanistica. Storicamente le simulazioni erano fondamentalmente dipendenti dall'uso di simulatori, ma l'avvento di strumenti digitali ha introdotto nuove possibilità; assecondando queste evoluzioni l'associazione ha recentemente modificato il proprio nome in *European Architectural Endoscopy/Eye Association* (*EAEA*).

Raumsim (Vienna)

Tra i fondatori dell'associazione vi è *Bob Martens*, direttore del ***Raumsim***, laboratorio di simulazione della *Vienna University of Technology* (*Department of Spatial Simulation*). Questo laboratorio lavora in modo combinato con diverse tecniche di simulazione e le prime sperimentazioni di simulazione endoscopica (*City Simulator*) risalgono al 1989.

Altri laboratori europei ed extraeuropei

Nel corso degli anni l'interesse per la simulazione visiva in campo urbanistico ha coinvolto anche altri paesi ed oggi l'*European Architectural Endoscopy Association* è divenuta di livello mondiale. Tra i laboratori che partecipano all'associazione vi sono, tra gli altri, il *Modellsimulationlabor* della *Technische Universitaet Dresden*, il *Simlab* della *Universität Essen*, il *Media Laboratory* della *Delft University of Technology* (*fig.6*), il *Laboratory of Spatial Endoscopy* della *Slovak University of Technology* di Bratislava, il *Video systems Laboratory* dell'*Moscow Architectural Institute* (*MARCHI*), quelli giapponesi della *Kobe University* e della *Waseda University*, l'australiano *Architecture Workshop* della *University of Sidney*.



6. Simulatore del *Media Laboratory* della *Delft University of Technology*
[Fonte: Breen 1995, p.58]

Le attività svolte dai laboratori sono diversificate e comprendono approcci mirati a supportare la formazione universitaria, il *decision-making*, la partecipazione pubblica. Le simulazioni vengono anche utilizzate per ricostruzioni di città storiche, per indagare come la conformazione urbana influisce sulla percezione dei luoghi (facilità ad orientarsi, percezione del tempo e delle distanze, capacità di individuare un percorso), per testare le reazioni a situazioni estreme, come terremoti, e istruire rispetto ad un adeguato comportamento.

ITALIA

I laboratori di simulazione urbana in Italia non hanno avuto lo stesso impulso del resto d'Europa e si sono sostanzialmente sviluppati solo negli ultimi anni. In effetti il primo passo in questa direzione si può rintracciare a metà degli anni ottanta con il laboratorio veneziano ***Stratema***, sebbene l'interesse fosse in particolar modo rivolto verso l'impiego di simulazioni territoriali basate su modelli matematici di previsione. Fondato nel 1984 e diretto da *Arnaldo Cecchini* e *Francesco Indovina* le attività svolte nei sei anni di vita (chiuse infatti nel 1990) sfruttavano le nuove tecnologie informatiche per migliorare la comunicazione e supportare le decisioni in ambito urbanistico e

Stratema (Venezia)

le applicazioni andavano dalla didattica alla ricerca attraverso l'utilizzo di giochi di simulazione e di automi cellulari.

Laboratorio di Analisi e Modelli per la Pianificazione (Alghero)

Attivo ancora oggi è invece il ***Laboratorio di Analisi e Modelli per la Pianificazione*** (*LaMP*) di *Alghero*, fondato dallo stesso *Arnaldo Cecchini. A*nche in questo caso l'approccio è prevalentemente indirizzato a modelli predittivi per la pianificazione. Questo centro di ricerca si propone di realizzare modellizzazioni che, pur lavorando su sistemi complessi, siano *user friendly* ed economiche. Il laboratorio si articola in cinque sezioni principali: L'Officina degli Autonomi che si occupa di automi cellulari e vite artificiali, La Casa dei Giochi che sfrutta giochi di simulazione per le previsioni urbanistiche, La Piazza della Comunicazione che si occupa di partecipazione pubblica, La Bottega del Ferramenta che si occupa delle tecniche di simulazione, Il Laboratorio dell'Orefice che si occupa di controllo di gestione.

Laboratorio Alta Qualità + Progettazione Territoriale Integrata (Torino)

Un centro che si occupa in modo integrato di analisi, simulazione e modellazione è il ***Laboratorio Alta Qualità*** e di ***Progettazione Territoriale Integrata*** (*laq/tip*) di Torino, coordinato da Giancarlo Motta. Obiettivo e quello di realizzare strumenti capaci di supportare i processi progettuali e decisionali alla scala edilizia, urbana e territoriale. Tra le attività svolte ci sono analisi e rappresentazioni cartografiche che lavorano su dati GIS, simulazioni tridimensionali con automi cellulari, costruzioni multidimensionali di scenari urbani e territoriali e la realizzazione di ambienti interattivi tramite la *Virtual Reality*, programmi di formazione legata alla progettazione architettonica urbana e territoriale. Il laboratorio lavora prevalentemente con tecnologie digitali e possiede un *auditorium* attrezzato per l'utilizzo con la *Virtual Reality*. Scopo del laboratorio è quello di favorire la comunicazione, indirizzare le trasformazioni e sostenere le fasi decisionali.

Laboratorio di Simulazione Urbana (Milano)

Solo all'inizio del 2007 è stato fondato il ***Laboratorio di Simulazione Urbana*** del *Politecnico di Milano* (*fig.7*), che si occupa specificamente di simulazione. L'approccio è sperimentale e non si fonda su modellazioni matematiche

ma su simulazioni che supportano valutazioni quali-quantitative delle alternative di progetto. Coordinato da *Fausto Curti*[8] il laboratorio è nato come laboratorio gemello dell'*Environmental Simulation Laboratory* della *Berkeley* ed è stato sviluppato grazie alla collaborazione del *visiting professor Peter Bosselmann* nell'anno accademico 2006-2007. Il laboratorio, con cui l'autrice collabora attivamente fin dalla fondazione, si concentra sulla simulazione quale strumento di supporto alla valutazione dei progetti. Gli obiettivi fondamentali sono tre: sviluppare la ricerca sperimentale sui temi della simulazione quale strumento di visualizzazione funzionale alla fase creativa e di valutazione fisico/morfologica degli impatti cumulati dei progetti, facilitare la comunicazione pubblica dei progetti e delle proposte di pianificazione per renderle immediatamente comprensibili a tutti e agevolare una partecipazione informata, integrare e innovare le tecniche di simulazione tridimensionale virtuali e fisiche applicabili in ambito urbanistico.

Ad oggi il laboratorio ha uno scopo eminentemente didattico e si sta concentrando sullo sviluppo di modalità di analisi e simulazioni rispetto al progetto milanese *Garibaldi Repubblica*. I temi fino ad ora sviluppati sul caso riguardano la morfologia dell'area, la struttura del verde, il *comfort* ambientale e l'impatto visivo del progetto; tra le simulazioni realizzate vi sono: un modello 3D digitale dell'area, una maquette in scala 1:500 di un'area di 1 km² e diverse simulazioni bidimensionali. Solo recentemente il laboratorio comincia ad occuparsi di *Virtual Reality* e *Augmented Reality*. L'approccio prevalente del laboratorio vede l'uso contestuale di diverse tipologie di simulazione con l'obiettivo di garantire una miglior comprensione del progetto collaborando ad una informazione trasparente. L'approccio è di carattere interdisciplinare

8. Laboratorio di Simulazione Urbana: coordinatori: *Fausto Curti* (responsabile), *Lidia Diappi*, *Rossella Salerno*; responsabile scientifico: *Andrea Arcidiacono*; responsabili operativi: *Barbara Piga*, *Eugenio Morello*; collaboratori: *Laura Cibien*, *Francesco Secchi*, *Valerio Signorelli*

e si sviluppa secondo tre temi chiave: l'impatto visivo, ambientale ed economico-finanziario [Curti et al. 2007, p.17]. L'utilità di un approccio di questo tipo risiede nella possibilità di vagliare contestualmente diversi aspetti di una trasformazione che nell'insieme contribuiscono a definirne la qualità complessiva.

7. *Laboratorio di Simulazione Urbana* del *Politecnico di Milano*
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga* (2008)]

1.2. PLURALITÀ DI APPROCCI E APPLICAZIONI

«If done well, simulation can be a tool for realizing a more democratic urban form. It can reach out and involve larger segments of the public whose opinions have traditionally not been sought or heard›› [Bosselmann et al, 1985, p.14]

Le modalità di applicazione della simulazione effettivamente utilizzate in ambito urbanistico sono molteplici e possono contribuire in modo diverso a delineare il futuro di una città. In particolare possono assistere l'ideazione e la revisione dei progetti, sono un valido supporto per la definizione delle scelte e possono agevolare la comunicazione e la partecipazione pubblica. La simulazione interviene a colmare quel *gap* lasciato dalle modalità di rappresentazione più tradizionali, che costringono l'osservatore a interpretare e vi-

sualizzare mentalmente gli esiti della trasformazione rispetto alla sua effettiva percezione visiva; ricostruzioni che, almeno in parte, influenzeranno le opinioni e le decisioni [Sheppard 1998, p.6]. Ma non sempre questo processo garantisce la corretta traduzione degli esiti percettivi di un progetto. La simulazione può contribuire a rendere concrete, corrette e condivisibili queste immagini, favorendo la comprensione delle ricadute progettuali e agevolando la comunicazione e la cooperazione tra diversi attori [Pflüger 2001, p.108].

Grazie al suo grande potere comunicativo la simulazione visiva può giocare un ruolo importante nella *verifica degli esiti progettuali*, quale *supporto alla fase decisionale* oltre a *favorire processi di partecipazione pubblica*. In fase progettuale architetti e urbanisti utilizzano prevalentemente rappresentazioni di tipo tradizionale quale strumento base per sviluppare le proprie idee, valutarle e in qualche caso condividerle [Bosselmann 1993, p.10]. La visualizzazione mentale degli esiti percettivi di un progetto a partire da rappresentazioni bidimensionali e concettuali, come piante e sezioni, è un processo necessario per i progettisti e i pianificatori[9].

Il grande pubblico, a differenza di questi professionisti, non ha la preparazione e l'esperienza necessaria per comprendere correttamente gli esiti percettivi di un progetto a partire da rappresentazioni sintetiche. Quando un pubblico non esperto viene coinvolto in un processo di partecipazione le metodologie di presentazione assumono un ruolo chiave nella comprensione degli obiettivi e degli esiti attesi. Le rappresentazioni di tipo tradizionale possono quindi essere efficacemente affiancate da simulazioni percettive per completare la comunicazione in modo circolare. Risulta però importante che le simulazioni proposte garantiscano una effettiva rispondenza tra ciò che è

9 . Anche se *Richard Langendorf* sostiene a proposito che ‹‹Oggi questi ultimi [gli urbanisti] raramente controllano le ricadute tridimensionali delle loro pianificazioni e ancor più raramente le visualizzano.›› [Langendorf 1999, p.151]

simulato e ciò che sarà, cioè che vengano prodotte e presentate in maniera corretta, esaustiva e accurata.

La possibilità di usufruire di simulazioni che traducono il linguaggio tecnico in un linguaggio semplice ed accessibile a tutti facilita la condivisione delle informazioni. Così facendo questo approccio collabora a semplificare e agevolare il processo partecipativo e valutativo [Bosselmann et al, 1985, p.1]. A questo proposito *Sthephen M. Ervin* [Bishop et al 2005, p.XII-XIII] sottolinea come l'uso della visualizzazione si sia dimostrata in diversi casi un potente strumento per incrementare le capacità decisionali personali e collettive. Ma già alla fine degli anni ottanta *Stephen R.J. Sheppard* notava come diversi architetti e pianificatori vedessero la simulazione quale prodotto finale piuttosto che come supporto alle fasi decisionali [Sheppard 1989, p.101]. Negli anni la situazione sembra non essere migliorata, tanto che *Eckart Lange* e *Ian D. Bishop* notano come, nonostante siano ormai da anni disponibili sistemi di visualizzazione digitale per la pianificazione, le simulazioni vengano prodotte come '*pretty pictures*' solo alla fine del processo progettuale; il grande potenziale viene invece sfruttato al meglio se utilizzate fin dalle prime fasi quale parte integrante di un processo che mira a definire decisioni informate. Tra i limiti delle tecnologie digitali che gli autori identificano quali mancanze che hanno rallentato questo processo di cambiamento vi è l'assenza di programmi *user-friendly* che consentono una manipolazione più intuitiva degli elementi rappresentati [Bishop et al. 2005, p.20].

Le possibilità della simulazione visiva si sono sviluppate considerevolmente negli anni, anche in risposta ad un incremento del coinvolgimento pubblico e ad una maggior diffusione del *computer*, ma, salvo casi sporadici, le modalità di utilizzo non sono sostanzialmente mutate. Così, nonostante l'impiego in campo urbanistico sia oggi intensivo, rimane marginale l'uso che ne sfrutta le reali potenzialità per la costruzione di una visione condivisa della nuova configurazione urbana che si fondi sul consenso (*consensus based)* piuttosto che sul dissenso (*adversial based)*, modalità, questa, normalmente caratterizzata da un gioco a somma zero dove non sono chiaramente definiti i limiti dei diritti privati e quelli di interesse pubblico legati all'uso della pro-

prietà [Kwartler 1995, p.4]. Si sono evoluti i modi di rendere le simulazioni, si è passati dall'uso di tecnologie analogiche a quelle digitali di ultima generazione, ma a quest'evoluzione non ne è corrisposta una altrettanto diffusa nelle modalità di utilizzo in fase di comunicazione pubblica né di valutazione degli esiti pianificatori e di progettazione urbana, dove può invece supportare le scelte urbanistiche evidenziando le implicazioni spaziali di un progetto [Ben-Joseph et al. 2001, p.196].

La percezione dell'ambiente urbano è strettamente correlata alla sua configurazione fisica e spaziale ed ha un'influenza diretta sulla vita dei suoi abitanti, di qui l'importanza di valutare gli impatti potenziali di un progetto dal punto di vista percettivo prima di definire le scelte [Yang et Al. 2007, p.971-972].

PROGETTAZIONE

La simulazione può aiutare a definire gli ***indirizzi progettuali*** rispetto all'individuazione di alcuni criteri guida nella trasformazione della città esistente, come luoghi sensibili o visuali da preservare o riprogettare. In questo senso può supportare la definizione di alcuni obiettivi strategici ma anche finalità mirate e specifiche.

definizione indirizzi progettuali

Può così contribuire ad all'identificare alcuni temi chiave per la redazione di *brief* di progetto da definire su base concorsuale. Se ad esempio venissero identificate e registrate delle viste particolarmente significative da tenere in considerazione potrebbe essere utile distribuirle, insieme al materiale di corredo al bando, così da fornire delle basi fotografiche dell'esistente su cui sovraimporre il progetto; in questo modo si dà un concreto riferimento al progettista e si garantisce alla giuria la possibilità di valutare in modo comparato su base omogenea le diverse alternative progettuali da punti notevoli.

supporto alla valutazione

La simulazione può inoltre collaborare ai ***processi decisionali*** concretizzando gli esiti percettivi delle trasformazioni urbane. In un processo virtuoso le simulazioni si prestano ad una revisione degli esiti parziali in corso d'opera, collaborando alla definizione di eventuali reindirizzamenti progettuali. Ovviamente in un iter di questo genere, che prevede delle verifiche *step-by-step*, il grado di definizione della simulazione sarà incrementale per assecondare l'avanzamento del lavoro. Questi momenti di verifica puntuale

dell'impatto sulla città possono divenire momenti di partecipazione pubblica che contribuiscono all'efficacia del processo in una logica che mira a ridurre gli sprechi e ad ottimizzare le risorse. È infatti auspicabile una verifica progressiva e partecipata piuttosto che l'esibizione di un progetto concluso che viene più facilmente recepito come imposizione, aumentando di conseguenza il rischio di un'opposizione [Fareri 1994, p.25].

In questo percorso la simulazione di diverse ***alternative progettuali*** può efficacemente collaborare alla definizione delle scelte. In una logica di apertura dei processi questo approccio aumenta il coinvolgimento degli attori che vengono inclusi in modo dialogico nel processo decisionale, piuttosto che essere chiamati a discutere su un'unica soluzione. In questo modo il percorso mira ad individuare una soluzione condivisa dalla maggior parte dei partecipanti che dia risposta alle diverse esigenze e di conseguenza legittimi le scelte [Fareri 1994, p.24-27].

La ***pianificazione urbana*** può godere dei vantaggi della simulazione e del '*visualisation modelling*' per definire norme ed azioni da intraprendere per il futuro della città «attraverso l'esplorazione delle potenziali regole prima che diventino realtà›› [Pietsch 2000, p.529]. Un caso esemplare della visualizzazione degli esiti di indici e incentivi per mezzo della simulazione è quello di *Times Square* a *New York*. L'importanza di questo caso è sancita dall' «avvio di un processo negoziale a che ha inciso sulla dimensione fisica del progetto›› [Piga 2008, p.64] a seguito della presentazione delle simulazioni. A causa di una revisione delle norme di piano la configurazione morfologica di *Times Square*, area simbolo della città newyorkese, rischiava di perdere la propria identità. L'*Environmental Simulation Laboratory* della *Berkeley* fu così incaricato dalla *Municipal Art Society*[10] di condurre delle simulazioni per verificare gli

PIANIFICAZIONE

redazione del piano urbanistico

Times Square

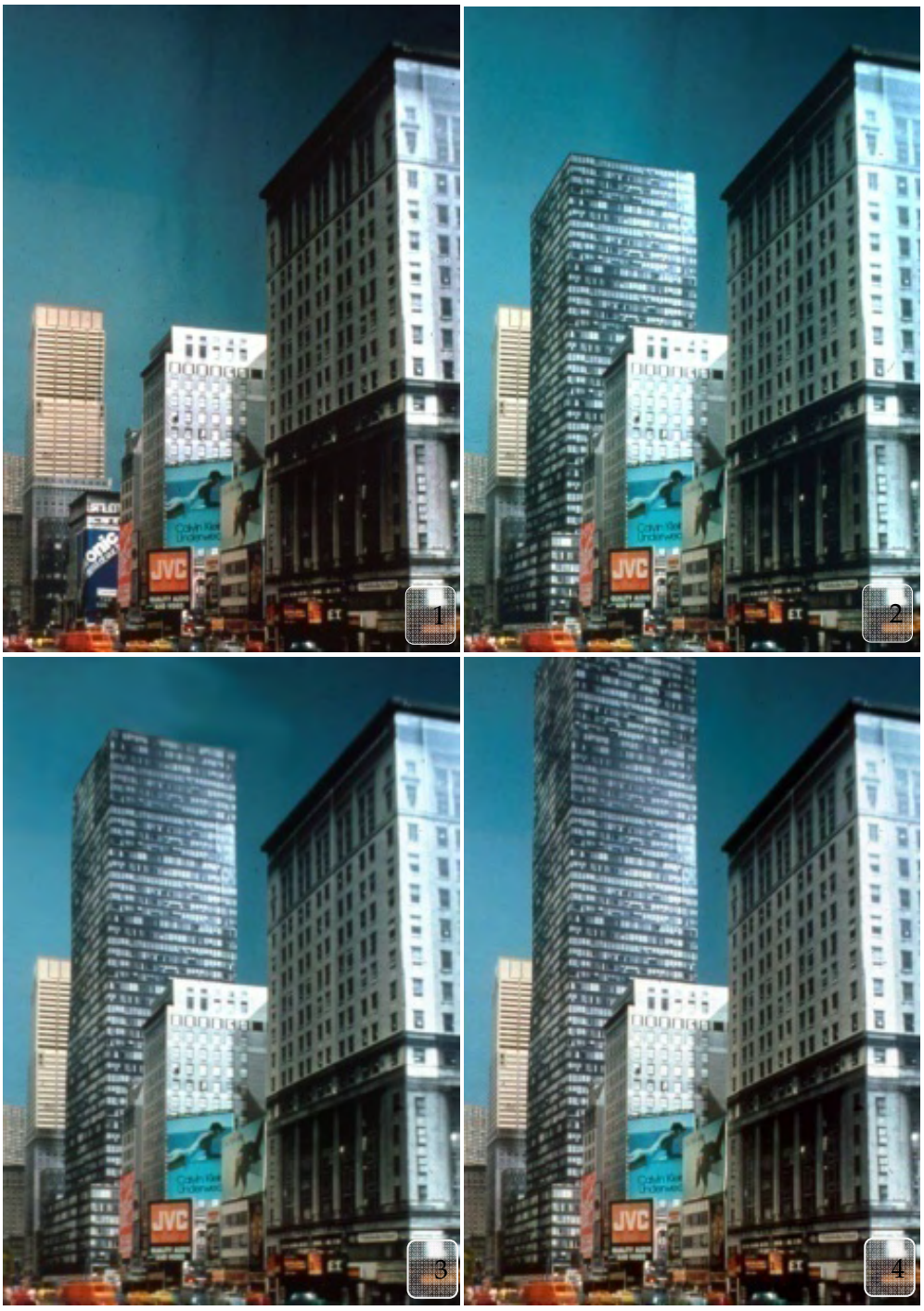
10. Associazione *non-profit*, attiva dal 1893, che mira a rendere la città di New York più vivibile attraverso iniziative in campo culturale, sociale e di *urban design*. L'associazione si occupa di architettura, urbanistica, public art e conservazione architettonica.

esiti percettivi del progetto. Fu realizzato un plastico fotorealistico dell'area da cui sono state scattate fotografie da diversi punti di vista che ritraevano la condizione esistente, la configurazione realizzabile secondo le vigenti norme di piano e le diverse possibilità che le nuove regole e incentivi avrebbero permesso. La comparazione delle immagini consentiva di concretizzare gli esiti lasciando pochi dubbi rispetto alla ipotizzabile condizione futura (*fig.8-9*).

La trasformazione prevedeva 1.115.000mq di superficie edificabile terziaria di nuova realizzazione; queste previsioni comportavano uno slittamento da zona di intrattenimento a *business center* e compromettevano di fatto la caratteristica identità dell'area, anche da un punto di vista morfologico.

A seguito della presentazione la commissione urbanistica decise, anche in risposta ad una forte opposizione pubblica, una revisione parziale della proposta di piano che venne indirizzata da criteri definiti grazie all'ausilio della simulazione, come ad esempio la visibilità del cielo da terra. La maquette e le immagini del contesto divennero la base su cui testate le nuove proposte (*fig.10*). È possibile ipotizzare che se gli stessi metodi fossero stati impiegati fin dalle prime fasi del processo decisionale la continuità del processo ne avrebbe giovato. L'uso di simulazioni che concretizzano le idee favoriscono infatti la valutazione delle alternative [Lange 1994 in Pietsch 2000, p.530] e migliorano la comprensione tra i partecipanti favorendo un dialogo costruttivo che ha la caratteristica di poter facilmente superare i confini professionali per includere un ampio pubblico [Langendorf 1992, p.737].

8. Confronto tra la condizione esistente (in alto) e gli esiti degli incrementi volumetrici per *Times Square* [Fonte: *Environmental SImulation Laboratory* (*University of California, Berkeley*)]



9. Simulazione dell'incremento volumetrico di un edificio a *Times Square* (da sinistra a destra):
1) stato di fatto al 1985
2) volumetrie ricavabili dai diritti edificatori
3) volumetrie ricavabili dai diritti edificatori, più incentivi volumetrici derivati dalla inclusione dei teatri nelle proprie strutture
4) volumetrie ricavabili dai diritti edificatori, più incentivi volumetrici derivati dalla inclusione dei teatri nelle proprie strutture, più diritti edificatori derivati dalla volumetria non utilizzata delle aree dei teatri
[Fonte: Bosselmann 1998, p.106]

10. Maquette di *Times Square* (*New York*). Presentazione dei possibili esiti imputabili agli incentivi volumetrici.
[Fonte: Maquette realizzata dall'*Environmental Simulation Laboratory* (*University of California, Berkeley*)]

PARTECIPAZIONE PUBBLICA e COSTRUZIONE DEL CONSENSO

Il linguaggio della simulazione fotorealistica supera le differenze culturali e contribuisce a diminuire le possibilità di fraintendimenti rispetto agli esiti progettuali (*fig.11*). In questo senso la simulazione può sostenere un percorso di ***partecipazione pubblica*** e contribuire ad una maggior democratizzazione dei processi perché consente di travalicare i limiti disciplinari contribuendo ad accrescere il livello di consapevolezza del pubblico non esperto, ponendo le basi per un effettivo e attivo coinvolgimento. La concreta democratizzazione, però, può avvenire solo quando tutti gli attori coinvolti dalla trasformazione sono rappresentati e partecipi nel processo decisionale. Quest'auspicabile partecipazione multilivello può ricevere un impulso importante da strumenti che garantiscono una visualizzazione diretta e interattiva, anche in chiave dinamica, degli effetti spaziali di un'idea progettuale [Pflüger 2001, p.112].

11. Vista in soggettiva di *Broadway* realizzata a partire da una maquette in scala per visualizzare le diverse alternative pianificatorie
[Fonte: Kwartler et al. 2008, p.12; maquette realizzata nel 1993 dall'*Environmental Simulation Center*]

Santa Fe

Questo tipo di approccio è stato efficacemente applicato per il *Master Plan* di *Santa Fe* nel *New Mexico*, dove l'*Environmental Simulation Center* di *New York*, in collaborazione con *ACP Planning and Visioning*[11], ha condotto un processo di partecipazione incentrato sulla simulazione per l'identificazione di un indirizzo di sviluppo condiviso per l'area sud ovest della città[12]. Il metodo utilizzato ha visto tre passaggi principali, ognuno dei quali ha coinvolto il pubblico in un processo di dialogo, revisione e definizione delle scelte. Sono state identificate tre aree da utilizzare quale prototipo di riferimento per evi-

11. La struttura, fondata da *Gianni Longo* e *Jamie Greene*, ha l'obiettivo di migliorare la vivibilità degli ambienti urbani grazie all'integrazione tra metodi di visualizzazioni e pianificazione urbana con un approccio che parte dal coinvolgimento dei cittadini.

12 . La ricostruzione che segue è tratta da Kwartler et al 2008, p.70-73

denziare le ricadute dei diversi indirizzi proposti, su queste sono state sviluppate delle alternative tipo presentate con simulazioni che, grazie all'immediatezza della comunicazione, consentissero un'inclusione del pubblico non esperto rispetto le tematiche trattate[13]. Per realizzare le simulazioni è stato realizzato un 3D digitale fotorealistico del contesto su cui confrontare le alternative e grazie al quale era possibile realizzare simulazioni in tempo reale della visuale di una persona che attraversa l'area. L'intenzione era quella di comunicare come sarebbe variata l'organizzazione dello spazio in relazione a soluzioni che prevedevano densità diverse. Le modalità di visualizzazione consentivano un coinvolgimento attivo del pubblico che si sentiva parte dell'ambiente simulato; il trattamento verosimile delle immagini garantiva una comunicazione semplice che facilitava la comprensione e consentiva a tutti gli attori di essere attivamente coinvolti nel processo (*figg.12-13*). Proprio per consentire un coinvolgimento orizzontale il tema della densità edificatoria non è mai stato trattato in modo esplicito, ma solo attraverso valutazioni sulle caratteristiche dei diversi ambienti[14]. Questo processo portò ad individuare quale soluzione condivisa uno sviluppo ad alta densità di e consentiva la formazione di un'area compatta e percorribile a piedi, preservando al contempo ampi spazi aperti ai lati del fiume.

13 . Le tre aree sono state scelte perché rappresentative di diverse condizioni tipo. I relativi progetti, sviluppati a titolo esemplificativo, hanno adottato i caratteri tipici del contesto storico di Santa Fe per consentire un dialogo che non si incentrasse sul progetto architettonico in sé ma piuttosto sullo sviluppo complessivo dell'area

14. Ad ogni configurazione proposta veniva però associata una planimetria che descriveva il relativo consumo di suolo

12. Immagine in soggettiva utilizzata nel processo di partecipazione legato alla definizione del *Master Planning* di *Santa Fe* (*New Mexico*)
[Fonte: Boyd et al. 2002, p.32]

13. Immagine in soggettiva utilizzata nel processo di partecipazione legato alla definizione del *Master Planning* di *Santa Fe* (*New Mexico*)
[Fonte: Kwartler et al. 2008, p.73]

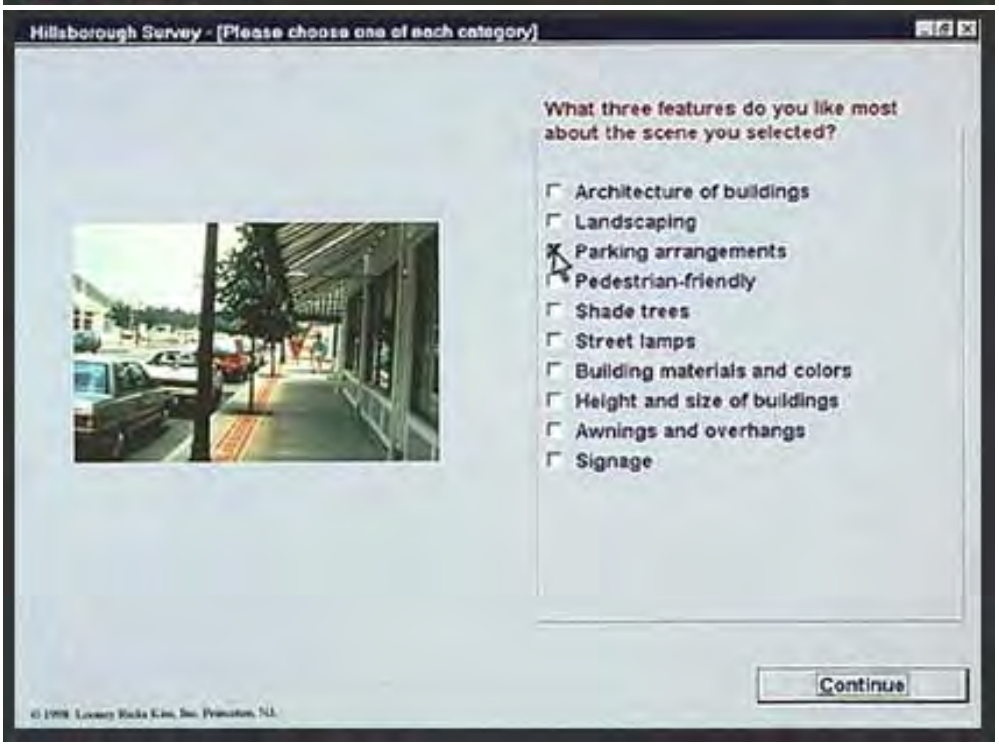
Michael Kwartler e *Gianni Longo* [2008, p.15] individuano quattro benefici, garantiti da una corretta visualizzazione, rispetto al processo decisionale che vede un attivo coinvolgimento del pubblico, ovvero la possibilità di: mettere le informazioni alla portata di tutti (*Placing information at the public's fingertips*); testare le proposte per il futuro (*Test driving the future*); assicurarsi un *feedback* istantaneo (*Securing instant feedback*); guadagnare il permesso ad agi-

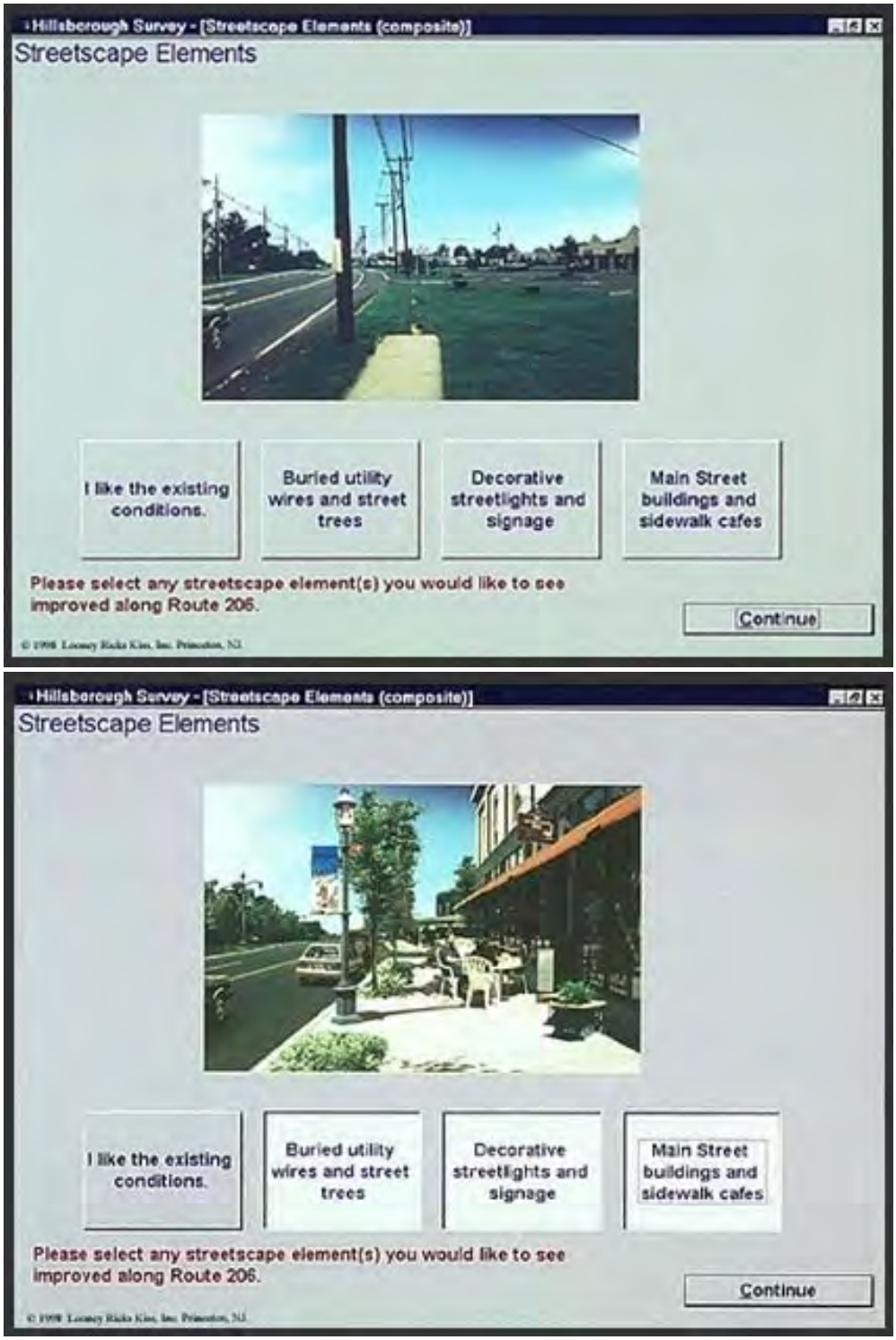
re (*Gaining permission to act*). Questi vantaggi sono determinati dal fatto che la simulazione consente il coinvolgimento di un ampio pubblico perché: comunica le informazioni in modo intuitivo e immediatamente percepibile, consentendo un processo decisionale allargato fondato su decisioni informate; permette di presentare in modo chiaro e semplice diverse alternative progettuali e agevola la definizione delle scelte in funzione delle esigenze espresse dalla comunità; è possibile avere dei *feedback* in tempo reale sui progetti proposti per un loro eventuale aggiornamento; si possono sviluppare visioni condivise sul futuro e dare così maggiore legittimità alle trasformazioni [Kwartler e Longo 2008, p.15].

Sfruttando questa grande capacità comunicativa è stato implementato dalla *Looney Ricks Kiss Inc.* di *Memphis* (*New Jersey*) un *software*, chiamato *Community Vision Survey*, che consente la raccolta di dati riguardo alle preferenze di un gran numero di utenti. Questa raccolta è stata possibile grazie alla messa in *internet* del programma e grazie alla collocazione di chioschi dedicati in diversi luoghi pubblici. Attraverso l'interfaccia venivano mostrate ai cittadini viste in soggettiva, rese fotograficamente, delle alternative di progetto per il rinnovamento di una delle strade principali della città; veniva poi chiesto di esprimere una preferenza a proposito. In caso l'utente non reputasse pienamente soddisfacente nessuna delle proposte presentate era data la possibilità di interagire direttamente attivando, spegnendo o unendo i diversi *layer* (alberature, arredo urbano e così via) che componevano le alternative ufficiali, fino ad arrivare alla configurazione che ritenevano ottimale per l'area *(fig.14)*. Per concludere veniva chiesto agli utenti se sarebbero stati disposti a sostenere delle tasse addizionali per vedere realizzata la soluzione che avevano scelto. Del 6% dei cittadini[15] che parteciparono all'iniziativa i tre quarti risposero di sì [Katz *anno non dichiarato*, www.smartgrowthtools.org].

15. Percentuale ritenuta valida in gran parte delle indagini di mercato

Hillsborough Survey - [Commercial Streetscapes]
Commercial Streetscapes along Main Street (Route 206)
1
2
3
4
Which streetscape is most appropriate for Hillsborough's Main Street?
None of the Above
Continue


Hillsborough Survey - [Please choose one of each category]
What three features do you like most about the scene you selected?
Architecture of buildings
Landscaping
Parking arrangements
Pedestrian-friendly
Shade trees
Street lamps
Building materials and colors
Height and size of buildings
Awnings and overhangs
Signage
Continue



14. Interfaccia del programma *Community Vision Survey* utilizzato per determinare la propensione dei cittadini rispetto ad alternative progettuali e relativo investimento pubblico
[Fonte: *Urban Advantage*, www.smarthgrowthtools.org/TCDDM/index.html]

In particolare le simulazioni interattive, che coinvolgono in prima persona lo spettatore, consentendo di innalzarne il grado di attenzione e partecipazione attiva. Le simulazioni che invece consentono di effettuare modifiche in tempo reale alla configurazioni dei progetti consentono un dibattito favorito da un riscontro immediato e visibile delle ricadute spaziali degli argomenti sostenuti. Il coinvolgimento del pubblico è facilitato quando si utilizza il minor numero possibile di interfacce; in questo caso infatti l'attore non è a disagio rispetto allo strumento e si sente direttamente partecipe. Assumono quindi grande importanza tutti quegli strumenti che, oltre a consentire un'immediata lettura, garantiscono anche un senso di inclusione. Questo approccio contribuisce alla definizione di un percorso fondato sulla trasparenza, premessa indispensabile per creare fiducia nella simulazione e nel percorso nel suo insieme; le possibilità di manipolazione dei dati e degli esiti mostrati vengono infatti drasticamente ridotti.

L'accettazione, o meglio, la volontà, da parte della cittadinanza, di una trasformazione che contribuisca a migliorare le condizioni attuali è elemento necessario alla buona riuscita del progetto. La ***costruzione del consenso*** minimizza la possibilità di eventuali ricorsi che bloccano la fase di realizzazione delle trasformazioni creando disagi per gli utenti dell'area che in qualche caso, soprattutto da un punto di vista infrastrutturale, possono ripercuotersi sull'intera città.

Se il progetto viene condiviso gli utenti vengono a conoscenza dei benefici che la trasformazione comporta e di come le nuove attrezzature possono contribuire a un migliore utilizzo dell'area in una logica di spostamenti o di servizi. Se il progetto è accettato e desiderato dalla popolazione l'identità del luogo inizia a formarsi prima che la trasformazione diventi effettiva e questo favorisce in potenza l'utilizzo, e quindi la vitalità, dell'area. Il *consensus building* collabora in questo senso al successo del progetto rendendo più appetibili gli investimenti.

Ovviamente l'utilizzo della simulazione è solo un tassello di un percorso molto più ampio di partecipazione che coinvolge diversi strumenti e attori. L'importanza del processo è però fondamentale perché, sebbene non garan-

tisca di per sé la buona riuscita della trasformazione (questo compito lo può svolgere solo un progetto ben riuscito), il meccanismo di democratizzazione delle scelte urbanistiche consente di rappresentare e mediare i diversi interessi coinvolti e, se la soluzione è condivisa, significa che soddisfa in modo equo le esigenze dei più e in questo modo garantisce la realizzazione della città pubblica quale frutto di un processo orizzontale nell'interesse collettivo piuttosto che verticale nell'interesse di pochi.

Perché questo processo sia realizzabile è però importante che le simulazioni siano in grado di rispondere a tutti i quesiti che il pubblico potrà plausibilmente porre in fase di partecipazione pubblica. Sarà quindi necessario che vengano predisposte per poter rispondere alle esigenze conoscitive di un'*audience* eterogenea, dove necessità private e pubbliche si intrecciano. La simulazione, per essere efficace e soddisfacente, deve quindi essere esaustiva. È già stato detto come sia importante raggiungere la fiducia del pubblico rispetto alle simulazioni proposte, base di lavoro e condivisione, allo stesso modo è importante la chiarezza rispetto agli obiettivi conoscitivi che una simulazione contribuisce a soddisfare. In questo senso bisogna ribadire e rendere noto al pubblico come una simulazione sia sempre parziale, anche se alcuni strumenti consentono ricostruzioni percettive di grande efficacia. In tutte le possibili modalità di presentazione pubblica di un progetto un elemento è chiave nel garantire un processo virtuoso, la trasparenza rispetto alla costruzione e la relativa accuratezza delle elaborazioni. Per questo le simulazioni dovrebbero essere passibili di valutazioni dell'attendibilità da parte degli utenti, siano questi *developer*, oppositori al progetto o semplici cittadini [Appleyard 1976, p.61; Sheppard 1985; Bosselmann 1990, p.15-16].

È plausibile supporre che, nel lungo periodo, verranno implementate, e maggiormente utilizzate anche in ambito urbanistico, tipologie di simulazione che sfruttano l'*Augmented Reality* e che consentono una fruizione immersiva e interattiva che, lavorando su tutti i sensi, migliora la comprensione degli esiti fisici di una trasformazione. Ad oggi, però, lo strumento che ancora garantisce il maggior grado di flessibilità e interazione con il pubblico non esperto è la maquette, eventualmente nella sua evoluzione del *Luminous*

Planning Table (*LPT*) (*v.cap.4.1.2*). Il plastico accorpa diverse importanti caratteristiche, in particolare la fisicità del mezzo consente un uso intuitivo e riproduce fisicamente, per quanto in scala, la conformazione dell'area; è inoltre interattiva per definizione, è infatti possibile scegliere autonomamente il punto di vista (e quindi scegliere le viste). Da un lato c'è quindi la possibilità di cambiare velocemente le condizioni dell'assetto intervenendo -per addizione, sottrazione o variazione della posizione degli elementi nello spazio- sulla configurazione dei volumi che rappresentano l'edificato, dall'altro la possibilità averne un immediato riscontro percettivo. La possibilità di associare alle diverse configurazioni urbane il relativo impatto percettivo è particolarmente interessante perché per gli abitanti la cosa più importante è capire come apparirà la propria città e che impatto avrà sull'esperienza quotidiana (*fig.15*) [Satoh 2007, p.24]. Il coinvolgimento diretto, garantito nel caso della maquette dall'uso di strumenti di ripresa movimentazione manuale, rende il processo significativo per i partecipanti (*fig.16*) [Satoh 2007, p.25].

15. Maquette e microcamera quali strumenti di partecipazione pubblica per un progetto in Giappone [Fonte: Satoh 2007, p.25]

16. Riunione per il progetto *Togoshi 1.2 Shinagawa Ward, Tokyo-chome*. Un partecipante muove la microtelecamera nel plastico (in alto) per guidare la vista in soggettiva (in basso)
[Fonte: *Satoh Lab., Waseda University of Tokyo*]

La flessibilità dello strumento è però limitata alla sola possibilità di variare la posizione degli elementi nello spazio. In tempo reale si può infatti intervenire solo sugli elementi già costruiti; soluzioni volumetriche diverse necessitano di un periodo di elaborazione del pezzo che rallenta il processo. In alcune applicazioni dell'*Augmented Reality* questo limite viene però superato.

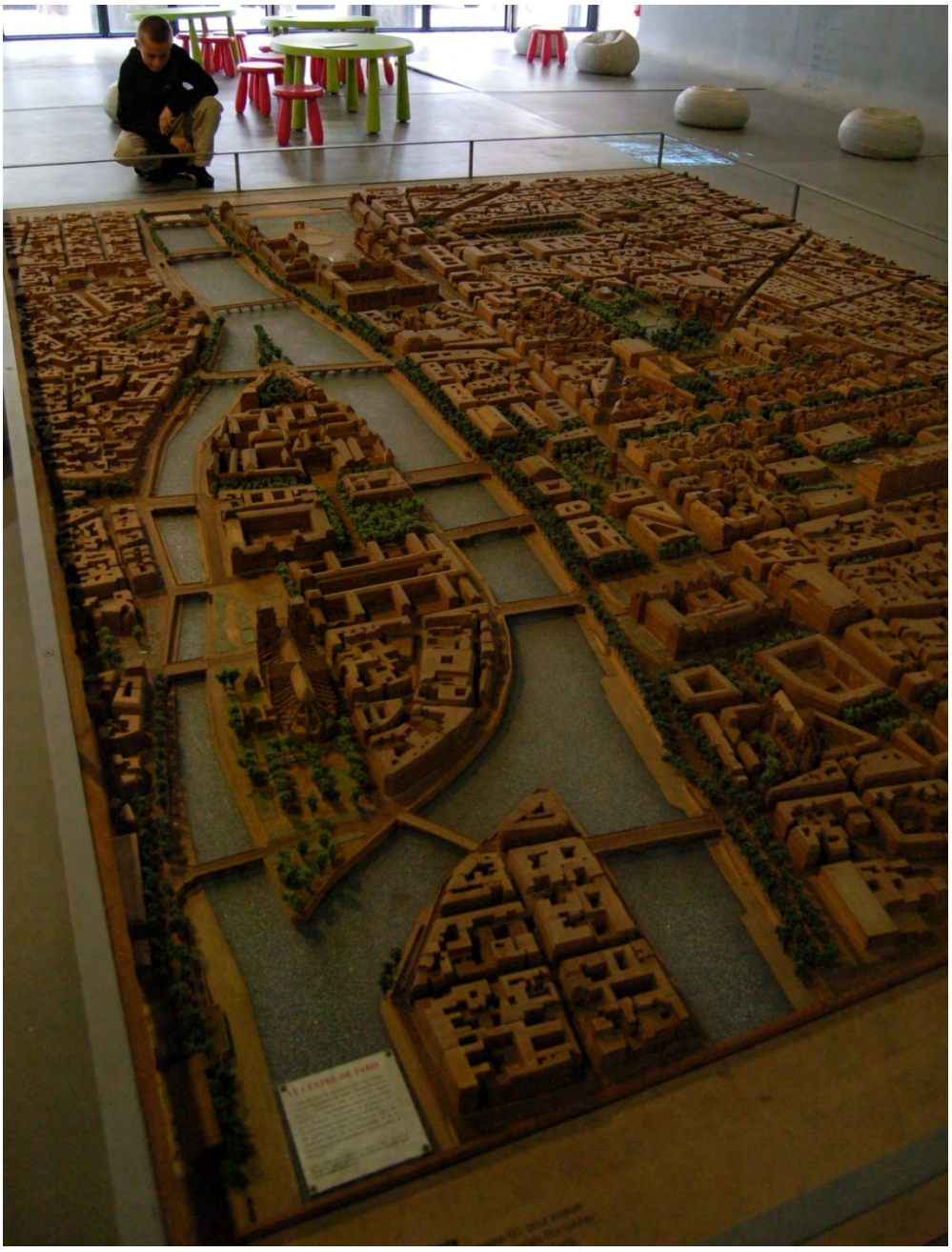
Negli ultimi anni diverse città si sono dotate di ***maquette in esposizione permanente*** che le rappresentano. Generalmente questi plastici vengono proposti al grande pubblico negli *Urban Center*, strutture che a diverso titolo e in diversi modi si occupano della città cui appartengono. Nati in America sono oggi rintracciabili in tutto il mondo e negli ultimi anni si sono moltiplicati anche sul territorio italiano, allineandosi con la situazione europea[16]. Tra questi centri, che spesso si configurano anche come luoghi del dialogo sul futuro della città, diversi esibiscono un plastico in scala della propria città o di una porzione di essa; per citarne alcuni: il *Chicago Architecture Foundation* (CAF) ha in esposizione permanente un modello in scala del *downtown* cittadino (*fig.17*), a Shangai presso il *Shanghai Urban Planning Exhibition Center* è proposta una ricostruzione della città (*fig.18*), a Parigi il *Pavillon de L'Arsenal* presenta un'esposizione permanente che mostra diverse maquette (*fig.19*), a Londra il *New London Architecture* (*NLA*) possiede un modellino del centro di Londra in scala 1:1500 su cui sono messi in evidenza le aree di trasformazione (*fig.20*), l'*Urban Center* di Milano presenta periodicamente modelli dei progetti di trasformazione (*fig.21*), Firenze ha visto nascere da qualche mese il primo modello in scala dell'intera città che verrà esposto in maniera permanente all'*Urban Center* del capoluogo toscano[17] (*fig.22*).

16. Considerazioni e dati sugli *Urban Center* europei tratti, dove non diversamente specificato, da una ricerca commissionata dal Comune di Milano e sviluppata dall'autrice sul tema: **Piga**, Barbara E.A., [2007], *Urban Center. Portale della città*

17. Le notizia è stata riportata da: **Sanna**, Federica, [05.08.2008], "Palazzo Vecchio (e anche casa tua) sta tutto in un palmo di mano", *Corriere Fiorentino.it*

17. Maquette del downtown di Chicago in esposizione permanente presso il *Chicago Architecture Foundation*
[Fonte: www.architecture.org; foto di *Anne Evans*]

18. Maquette di Shangai in esposizione permanente presso il *Shanghai Urban Planning Exhibition Center*
[Fonte: www.supec.org; foto di *Anne Evans*]



19. Maquette dell'area centrale di Parigi in esposizione permanente presso il *Pavillon de L'Arsenal* (Parigi)
[Fonte: sezione della mostra "Parigi, una visita guidata; la città, passato il presente"; foto di *Barbara E.A. Piga* (2006)]

20. Maquette dell'area centrale di Londra in esposizione permanente presso il *New London Architecture (NLA)*
[Fonte: www.newlondonarchitecture.org]

21. Maquette dell'area Garibaldi-Repubblica, in esposizione temporanea presso l'*Urban Center* di Milano, che presenta le trasformazioni previste
[Fonte: mostra "Milano la città che sale" (Milano, *Urban Center*, 15.02.2008-10.04.2008); foto di *Barbara E.A Piga* (2008)]

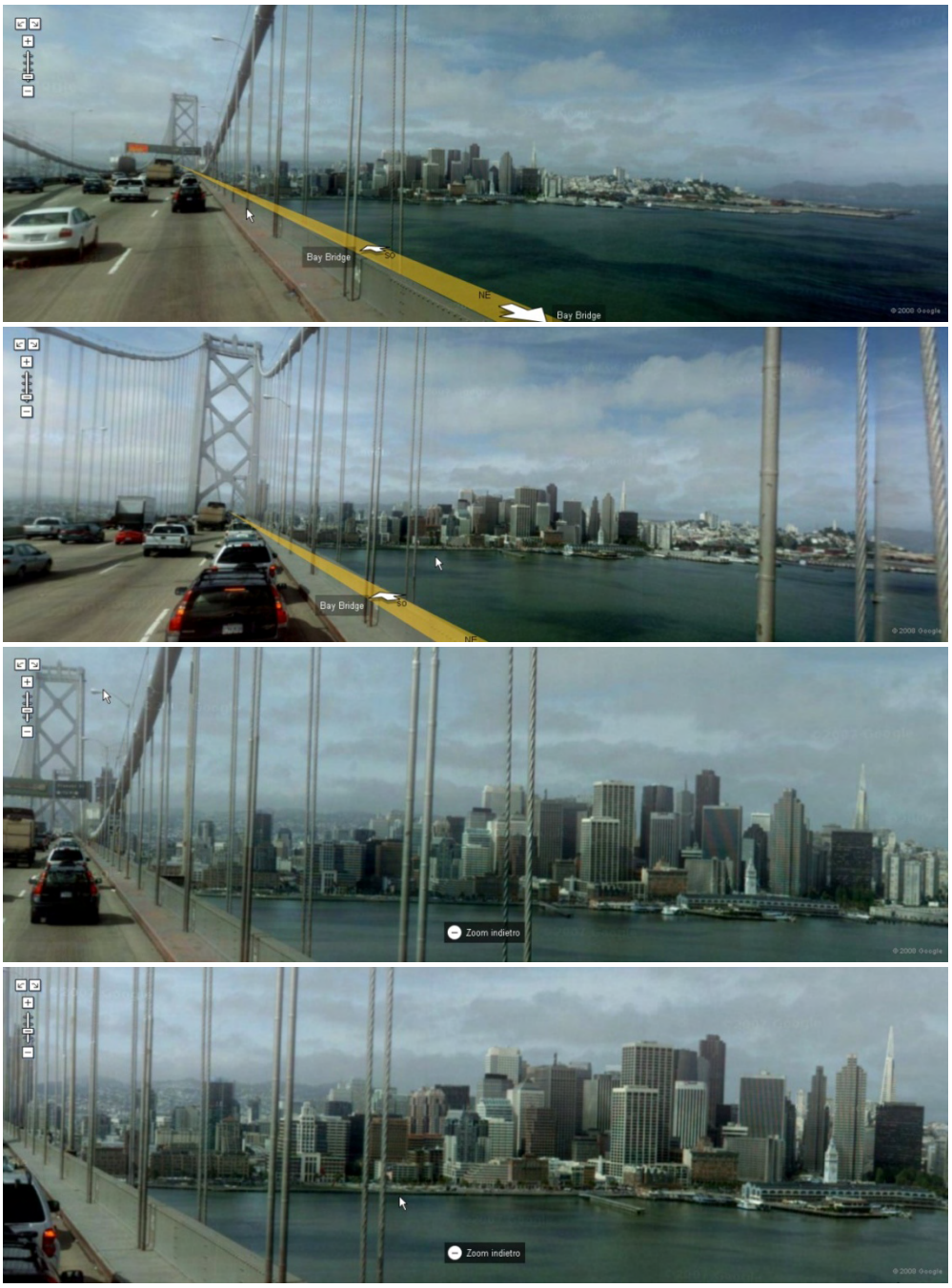
22. Maquette dell'intera città di Firenze in esposizione permanente presso l'*Urban Center* (Firenze) [Fonte: http://corrierefiorentino.corriere.it/arte_e_cultura/articoli/2008/08_Agosto/02/plastico (06.08.2008)]

Ad oggi questi strumenti sono difficilmente trattati in modo fotorealistico e diventano frequentemente occasione per mostrare, o in qualche caso promuovere, le trasformazioni previste per la città; tuttavia è raro che queste maquette vengano utilizzate quale strumento di condivisione in processi di partecipazione pubblica e di negoziazione, dove sarebbe maggiormente auspicabile una resa fotorealistica che, unitamente a tecniche di simulazione percettiva, continuerebbero ad un miglior apprezzamento degli impatti. L'impegno finanziario necessario per realizzare modelli fotorealistici a scala urbana non è irrilevante; ma il rivestimento consente una riduzione dei costi dei materiali da modellare riequilibrando in parte gli sforzi economici, inoltre l'utilizzo diversificato che se ne può fare (esposizioni, presentazioni pubbliche, supporto alla valutazione e alla partecipazione) e soprattutto la pos-

sibilità di accelerare i processi ottimizzando le scelte giustificano l'investimento. Già *Donald Appleyard* e collaboratori negli anni settanta promuovevano l'idea che le grandi città si dotassero di una maquette alla scala urbana su cui verificare i nuovi progetti di trasformazione in modo unitario e che questo modello venisse esposto al pubblico in modo permanente in un luogo facilmente raggiungibile. Questo avrebbe permesso di valutare i progetti rispetto al contesto e a viste particolari rimanendo nello stesso tempo a disposizione dei cittadini [Appleyard et al. 1973, p.19][18]. Si ribadisce però l'importanza che chi produce le simulazioni deve e deve essere percepito come *super-partes*.

Molti *Urban Center* posseggono anche documenti digitali sulla città che includono diversi materiali, tra cui in qualche caso ricostruzioni virtuali dell'ambiente urbano. Non si può non ricordare come anche importanti società multinazionali, come *Google*, si stiano impegnando nella costruzione digitale di intere città (rese in modo fotorealistico) con cui è possibile interagire via *Web*. A questa possente raccolta fruibile da tutti va aggiunta la possibilità di calarsi nella città ad altezza d'uomo per vedere una serie di fotografie in sequenza che danno la sensazione di muoversi nelle vie cittadine, nonostante la frequenza delle immagini e la velocità di caricamento facciano percepire ancora lo stacco tra un'immagine all'altra e non garantiscano una visualizzazione fluida (*fig.23*).

18 . ‹‹In larger city a model of the city could be permanently placed under simulator in an exhibition shed at some convenient location in the city. All significant project could legally be required to produce realistic models constructed according to guide lines and be set in the 'context' model. The expense of these project models would probably be no more than is presently expended on project presentations and would be borne by the project agency.
All new projects would then be viewed from all commonly used viewing points, and procedures might be developed for objectively assessing degree of impact through visual impact assessment. […] The model would at the same time be on public display.›› [Appleyard et al. 1973, p.19]



23. Immagini on-line in sequenza che ritraggono il *San Francisco Bay Bridge*
[Fonte: *Google Maps* 29.01.2008]

Le imprese che producono questo tipo di servizi hanno ampie possibilità economiche che fanno prevedere uno sviluppo accelerato di questi strumenti digitali; inoltre la possibilità di interagire direttamente col modello e di inserire simulazioni proprie rende interessante un utilizzo anche in ambito urbanistico.

ALCUNE CONSIDERAZIONI

Nonostante non si registri un uso sistematico della simulazione percettiva nei processi pubblici legati alle trasformazioni urbane vi sono casi significativi che possono essere presi come riferimento. Vi sono stati casi esemplari di città che hanno investito sulla realizzazione di maquette per verificare gli impatti delle trasformazioni grazie ad una visione unitaria, è il caso ad esempio di Stoccolma che, negli anni settanta, prevedeva una verifica dell'impatto dei nuovi progetti grazie al loro inserimento in scala nel plastico urbano. Negli stessi anni anche altre città possedevano un plastico urbano ma lo utilizzavano a scopo prevalentemente espositivo, come avveniva ad esempio *Philadelphia* [Appleyard et al. 1973, p.18]. A metà degli anni ottanta a *San Francisco* venne emessa un'ordinanza che richiedeva a tutti i *developer*, che sviluppavano un progetto per l'area centrale della città, di realizzare dei modelli delle proposte progettuali; tali plastici venivano posti nella maquette del *downtown*, realizzata ed esibita presso il laboratorio della *Berkeley*, allo scopo di poter meglio valutare l'impatto con la città; per il medesimo obiettivo venivano anche scattate delle fotografie in soggettiva dall'interno del plastico da punti rappresentativi. Queste simulazioni diventavano così parte del processo di revisione della commissione urbanistica e il laboratorio dimostrò di potersi integrare con successo nel processo decisionale. Questa scelta era una risposta rispetto alle preoccupazioni più volte espresse da cittadini e gruppi organizzati rispetto ad uno sviluppo coerente della città; l'approccio era innovativo e risultò decisamente efficace [Bosselmann et al. 1985, p.17].

Altre città hanno invece investito sulla modellazione digitale del proprio ambiente urbano, è il caso ad esempio dell'ambizioso progetto, sviluppato

dall'Environmental Simulation Center nel 1995, di rendere il 3D[19] digitale dell'intera *New York*; questo progetto prevedeva che il modello fosse sviluppato in maniera costante per seguire l'evolvere della morfologia urbana (demolizioni e costruzioni, spazi pubblici di nuova realizzazione e così via) [Kwartler 1995, p.5]. Anche la *University of California* ha sviluppato un modello di simulazione in tempo reale dell'intera *Los Angeles Basin*, che copre un'area di più di 16.000 km^2 e consente una visualizzazione scalare da viste satellitari fino a livello della strada ad una definizione che consentirà di leggere le insegne dei negozi [Ben-Joseph 2001, p.203].

Queste considerazioni fanno sperare in una più efficace interazione tra le tecniche disponibili che contribuisca a ridurre i tempi e costi di produzione delle simulazioni e quindi ne favorisca un impiego più diffuso nei processi di trasformazione, nell'intento di facilitare una partecipazione consapevole e una generale democratizzazione dei processi urbanistici.

19 . Il lavoro prevedeva una modellazione grazie all'uso del *Geographic Information System* (GIS), che consente di registrare una serie di dati collegati alle immagini tridimensionali (dati statistici, grafici, informazioni numeriche, di uso del suolo, delle proprietà è così via)

2. Simulazione visiva: ragioni, obiettivi e criteri

2.1. UNO SPECIFICO PUNTO DI VISTA: LA SIMULAZIONE PERCETTIVA

«Fundamentally, there are two opposite methods of representation. Buildings or environments can be described conceptually or experientially. The conceptual method is abstract; it emphasizes layout and structure. The experiential form of representation explains how environments are perceived by the human senses.›› [Bosselmann et al, 1993]

Della rappresentazione, quale linguaggio principe dell'architettura e dell'urbanistica e mezzo prioritario nella presentazione dei progetti, la simulazione è una declinazione che può assumere diversi ruoli e servire diversi obiettivi; la ricerca svolta si occupa di simulazione visiva[20] di tipo percettivo[21].

McKechnie [1977, p.174], ripreso nel tempo da diversi autori, è il primo a proporre una distinzione delle simulazioni secondo due classi principali: ***concettuale*** e ***percettiva***, a loro volta singolarmente declinabili in ***statiche*** e ***dinamiche***. Le due classi non sono da intendersi come alternative, ma dipen-

20. Dei sensi (vista, gusto, tatto, udito, olfatto, sistema cinestetico -l'abilità di percepire e coordinare i movimenti-, sistema vestibolare -senso dell'equilibrio-) la vista risulta essere quella predominante nella comprensione dello spazio fisico [Thiel 1981, p.9; Bishop et al 2005, p.3]. Anche l'udito svolge un importante ruolo nell'identificazione dello spazio, ma la vista copre quasi il 40% di tutte le informazioni sensoriali; non è un caso che la maggior parte delle tecniche di rappresentazione architettonica si basino su questo aspetto [Kardoš 1995, p.22].

21. Con questa accezione, se non diversamente esplicitato, si userà nel testo il termine 'simulazione'

dono piuttosto l'una dall'altra nell'alimentare reciprocamente il significato complessivo del messaggio trasmesso [Laseau 1989, p.200].

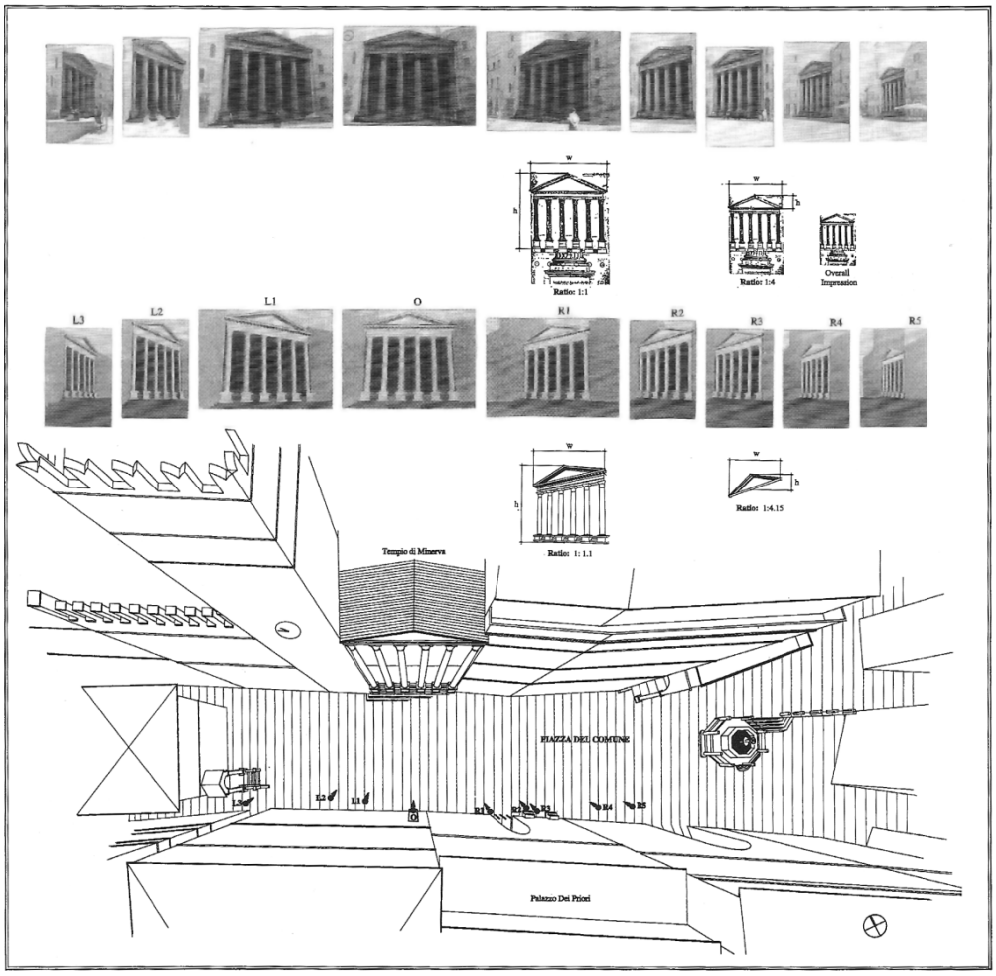
SIMULAZIONE CONCETTUALE

La ***simulazione concettuale*** sintetizza ed evidenzia la struttura dello spazio e dei suoi elementi costitutivi, permettendo una comprensione astratta del loro senso e significato; tipologie di rappresentazione che afferiscono a questa modalità sono ad esempio planimetrie, sezioni, schemi e diagrammi.

SIMULAZIONE PERCETTIVA

La ***simulazione percettiva*** mira invece a «riprodurre una concreta rappresentazione dell'apparenza di un luogo quando verrà vissuto›› [Appleyard 1976, p.44][22] ed è quindi legata al modo in cui «percepiamo il mondo quotidiano delle cose›› [Krueger 1992, p.2]. Questo approccio sposta l'interesse dalla comprensione degli elementi in sé, tipica delle rappresentazioni concettuali, alla relazione soggetto-oggetto che si estrinseca nel rapporto utente e città mediato dalla percezione, rapporto che determina l'esperienza urbana. La reale geometria di un elemento non potrà mai essere percepita in prima persona, benché la sua forma reale possa essere mentalmente concepita. La percezione visiva è fisiologicamente legata e influenzata dal punto di vista dell'osservatore e la forma percepita degli elementi diviene di conseguenza relativa. Se è abbastanza intuitivo ricostruire mentalmente la reale forma geometrica di un elemento, quale può essere un edificio o un ambiente urbano, non è altrettanto facile dedurre la vista prospettica a partire da una rappresentazione concettuale. Non è infatti così immediato immaginare, ad esempio, il variare delle dimensioni percepite di un edificio che venga osservato camminando lungo una via a partire dalla planimetria urbana o altra rappresentazione sintetica (*fig.24*).

22. ‹‹Experiential simulation […] tries to reproduce a concrete representation of what a place will be like when experienced›› [Appleyard 1976, p.44]



24. Ricostruzione delle diverse viste del Tempio di Minerva ad Assisi dalle vie di accesso a sud-est e sud-ovest
[Fonte: Bosselmann 1998, p.163]

Partendo da questo presupposto la simulazione percettiva propone immagini in soggettiva capaci di rievocare l'esperienza in modo diretto. Questa specifica modalità di simulazione viene individuata in ambito internazionale con termini diversi che ne richiamano le caratteristiche peculiari, si parla così di *experiential*, *perceptual* o *realistic simulation* per riferirsi ad una stessa tipologia di simulazione. L'utilizzo del termine ***esperienziale*** (*experiential*) pone l'accento sul fatto che si richiama l'esperienza proponendo visuali praticabili e in soggettiva, quindi in prima persona. Il termine ***percettiva*** (*perceptual*), invece, richiama la percezione che noi abbiamo della realtà attraverso i sensi. Il termine ***realistica*** (*realistic*), infine, rimanda ad una tipologia di simulazio-

ne che vuole essere una fedele riproduzione di come viene comunemente percepita la città per consentire una risposta dell'osservatore analoga o paragonabile tra realtà e sua rappresentazione. Queste accezioni di uno stesso riferimento compongono gli elementi essenziali di una modalità che mira ad agevolare la comprensione degli esiti percettivi delle trasformazioni.

Coerentemente rispetto ai propri obiettivi le simulazioni coincideranno con viste prospettiche e in soggettiva, quindi parziali (non d'insieme)[23], trattate in modo fotorealistico.

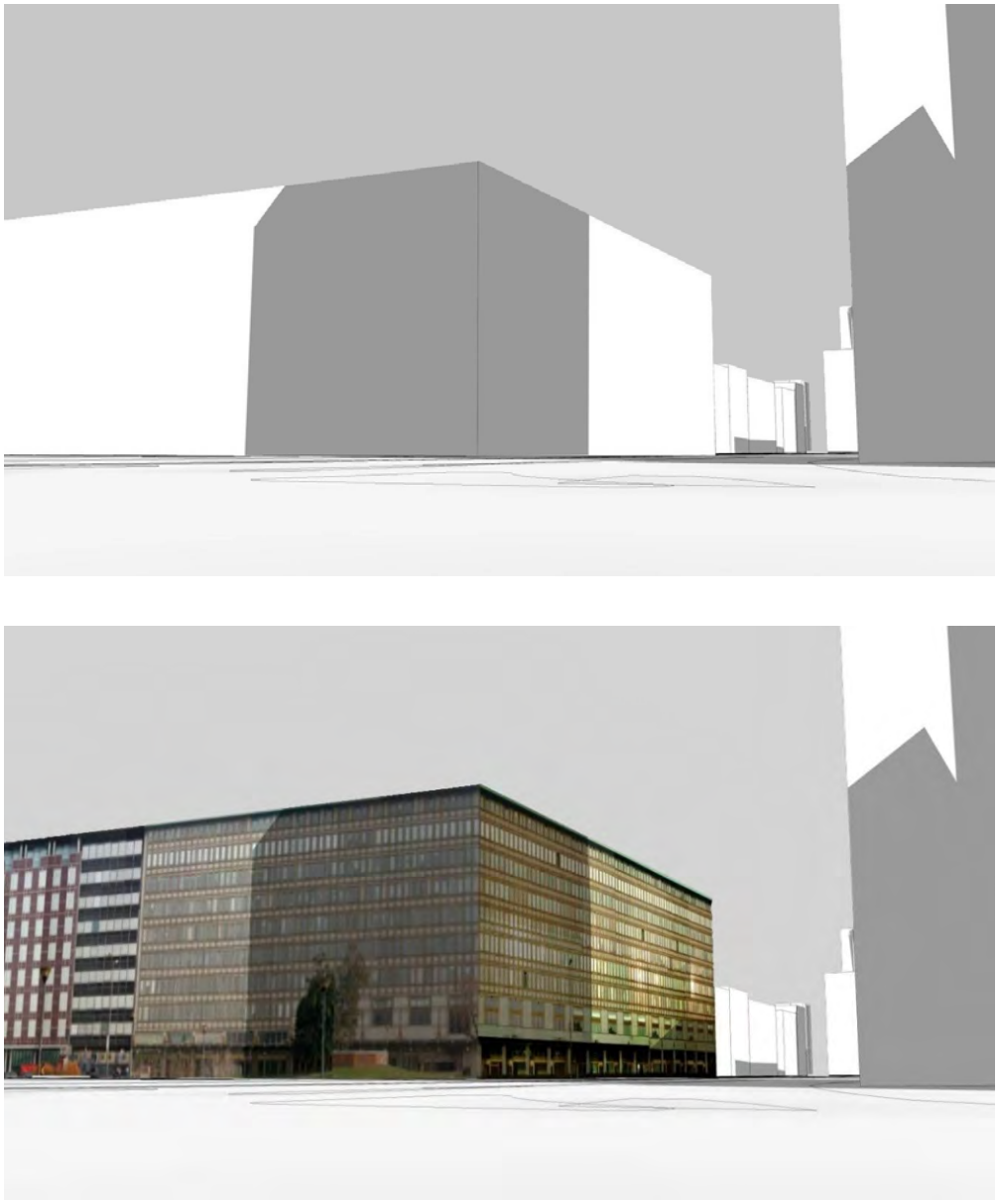
Una ricerca, svolta a cavallo degli anni ottanta dalla *University of Stuttgart*, confermò le ricerche già sviluppate all'*Environmental Simulation Laboratory* negli anni settanta, definendo come la prima condizione di validità delle simulazioni sia proprio la fotorealisticità (*realism*); tutte le sperimentazioni realizzate con rappresentazioni semplificate e astratte diedero risultati non soddisfacenti rispetto alle intelligibilità delle immagini, all'abilità di giudicare il progetto e, nel complesso, a rappresentarlo la punto di vista percettivo[24]. Nonostante la simulazione possa rappresentare la realtà in modo solo parziale, la ricerca dimostrò come le reazioni degli utenti tra simulazione e realtà fossero congruenti [Markelin 1995, p.31-34]. Anche *Ian Bishop* e *Eckart Lange* ribadiscono l'importanza del realismo nel rendere effettiva e legittima la comunicazione della trasformazione [Bishop et al. 2005, p.29].

La resa fotorealistica risulta particolarmente importante nella visualizzazione di un ambiente perché garantisce immediatezza alla comunicazione. Una lettura che richiama la quotidiana percezione dei luoghi consente un'istintiva immedesimazione nella scena simulata. L'intuitività di lettura la rende accessibile a tutti e in questo modo facilita la comprendere degli im-

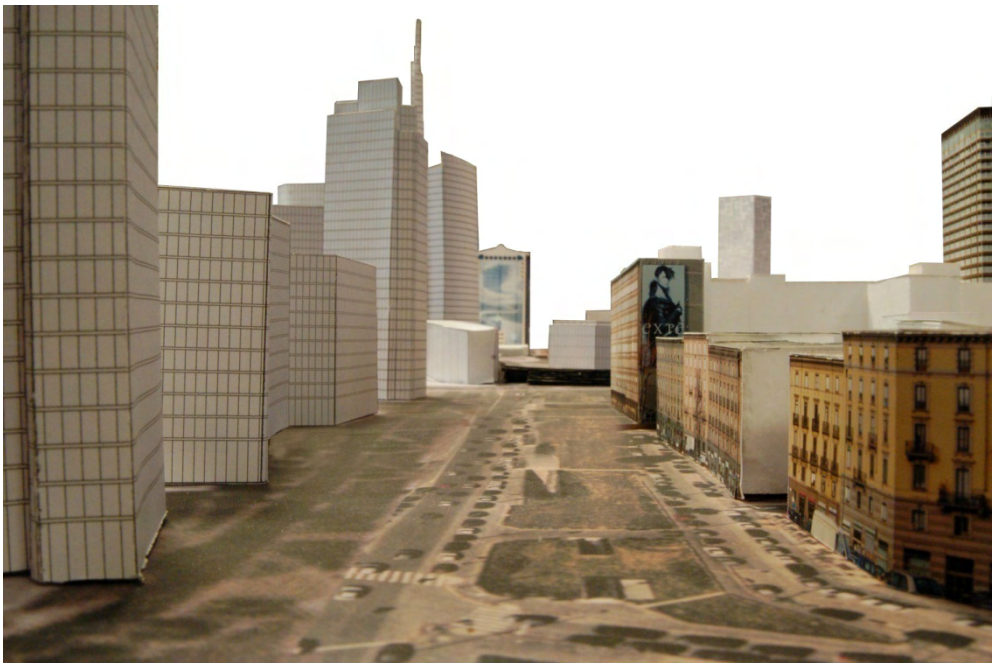
23. Possono chiaramente esservi casi particolari in cui si simulino viste da una grande altezza, come ad esempio da un aereo, però tali visuali risultano generalmente poco significative perché inusuali e quindi poco rappresentative dal punto di vista dell'esperienza quotidiana della città

24. L'indagine venne svolta da un'*equipe* composta da architetti, sociologi e psicologi

patti fisici di un progetto, l'apprezzamento delle proporzioni, dei materiali e dei colori (*figg.25-26*).



25. Milano, PII Garibaldi Repubblica. Confronto di una stessa simulazione digitale resa in modo astratto (sopra) e in modo fotorealistico (sotto). L' inserimento fotografico dei fronti esistenti collabora in modo significativo alla comprensione delle ombre generate dagli edifici del progetto milanese per le ex-Varesine (a destra nella immagine) sul contesto esistente.
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]



26. Milano, PII Garibaldi Repubblica. Comparazione tra elementi resi in modo astratto (a sinistra nell' immagine) e in modo fotorealistico nella maquette in scala
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

Inoltre la realtà fotorealisticamente simulata richiama la memoria dei luoghi, per conoscenza diretta o per analogia, permettendo di meglio cogliere ciò che viene (e quello che non viene o non può essere) simulato, collaborando ad un miglior apprezzamento del progetto contestualmente inteso; in particolare le simulazioni che consentono una visione dinamica degli ambienti urbani sono quelle che rievocano i luoghi più efficacemente [Tan et al. 2006, p.542]. Visualizzare una condizione consente inoltre di fissarla meglio nella memoria e quindi di poter ricordare gli esiti con più facilità [Pflüger 2001, p.112], per quanto è bene non dimenticare che l'immaginazione ha comunque un'influenza sui ricordi [Stellingwerff 2001, p.162].

La simulazione lavora sulla visualizzazione ricalcando viste realmente praticabili che lavorano quale surrogato di un ambiente previsto e stimolano un'esperienza (potenziale) alla quale l'osservatore reagirà ***soggettivamente***; le impressioni e le valutazioni saranno infatti differenziate in funzione dell'utente. Nell'anticipare la città trasformata la simulazione consente di apprezzare la scena urbana da un punto di vista personale e non assoluto,

infatti «lo spazio soggettivo può essere solo sperimentato, ma non rappresentato, mentre lo spazio oggettivo può essere rappresentato geometricamente, ma non può essere sperimentato›› [Madrazo et al, 2007]. Non tutte le persone rispondono alle situazioni in modo analogo, né una stessa persona risponde in egual modo a situazioni simili o alla stessa situazione momenti diversi [Shearer 2004, p.68]. Questi aspetti rendono particolarmente difficile prevedere delle reazioni standardizzate, per questo poter disporre di strumenti che consentono di verificare di volta in volta le opinioni del pubblico può sostenere i processi decisionali.

La simulazione visiva è ***descrittiva*** e «non può liberare il pianificatore dal difficile compito della valutazione›› [citazione di Lange 1994 in Pietsch 2000, p.530]. La simulazione può essere solo un tassello di un percorso che deve essere necessariamente più ampio per divenire completo ed esaustivo; non può infatti sostituire né essere considerata un'alternativa rispetto ad altre tipologie di rappresentazione ed anzi è in questo senso auspicabile che diverse modalità descrittive collaborino aggiungendo significato l'una all'altra secondo le proprie capacità.

In virtù delle sue specifiche possibilità analitiche e comunicative la simulazione può costituire un utile supporto di riferimento nell'indirizzare il cambiamento sia in fase progettuale che decisionale. La concretizzazione condivisibile degli esiti percettivi di un progetto favorisce la comprensione supportando la valutazione e il dialogo. Obiettivo è quindi garantire una ***visualizzazione condivisibile*** della configurazione urbana prevista per implementare la comprensione e la verifica degli impatti generati sul contesto e quindi sulla vita degli abitanti. In mancanza di un supporto di questo genere la previsione viene demandata all'interpretazione di altre tipologie di rappresentazione, come planimetrie, piante, sezioni o diagrammi che, per quanto insostituibili nel descrivere logica e struttura di un progetto, richiedono un'interpretazione per essere intese ed un'esperta elaborazione mentale per poter comprendere efficacemente la complesse ricadute che investiranno l'esperienza dei luoghi. Questo processo di visualizzazione intellettuale

comporta una decodificazione e una traduzione individuale che può indurre, soprattutto per un pubblico non esperto, ad un intendimento falsato.

limiti

Nonostante si miri a rendere la complessità degli ambienti urbani non si può non evidenziare come anche questo metodo sia selettivo rispetto a ciò che rappresenta [Bosselmann et al, 1993]; di fatto una simulazione è una copia inesatta e riduttiva di una realtà che non può esistere all'infuori di sé né può essere totalmente riprodotta [Appleyard 1976, p.43]. Quando poi la simulazione si concentra esclusivamente sugli aspetti visivi questo non può far altro che renderla maggiormente settoriale, per quanto questo non ne precluda l'utilità. Ci si riferirà quindi alla simulazione dando per assodato che si tratta una visione sempre parziale e imperfetta della realtà che rappresenta. D'altra parte, come evidenzia *Shearer*, le decisioni sono necessarie ma, potendosi fondare solo su assunzioni di un futuro possibile, comportano dei rischi [Shearer 2004, p.68].

Questo approccio si presta in modo particolarmente efficace quale supporto per la verifica dell'esito visivo dei progetti. Consente infatti di apprezzare, da un punto di vista percettivo, diverse qualità degli ambienti urbani, contribuendo ad una valutazione della qualità complessiva delle trasformazioni. Tra gli aspetti che consente di mettere a fuoco vi sono elementi quali l'altezza percepita dell'edificato nella sua relazione con la sezione stradale dal un punto di vista di un soggetto, la proporzione reciproca degli elementi e la dimensione relativa (percezione della scala), la topografia e la morfologia dell'area visualizzata, la densità percepita e la permeabilità degli spazi, la porzione di cielo visibile da terra, il soleggiamento in diversi momenti, la variabilità delle visuali lungo un percorso e secondo diverse velocità, la congiunzione tra l'edificato col suolo e il cielo. Il suo impiego è comunque indirizzato a valutazioni di tipo qualitativo piuttosto che quantitativo, per il quale in effetti si prestano meglio altre modalità di rappresentazione e altri strumenti specifici.

Come è stato detto i vantaggi di un approccio di tipo percettivo sono quelli di proporre viste condivisibili e difficilmente equivocabili che divengono oggetto di una valutazione di quell'impatto generato dalle trasformazioni che

investe la quotidianità dei luoghi. È evidente come professionisti esperti non necessitino di tali tipologie di visualizzazione, perché in grado di figurarsi mentalmente gli esiti in modo appropriato, ma poche persone all'infuori dell'ambito professionale sono in grado di leggere le rappresentazioni concettuali e «capire come sarebbe camminare lungo un edificio così rappresentato›› [Bosselmann 1993, p.10][25]. In questa direzione la simulazione è di indubbia utilità e può svolgere un ruolo chiave nella condivisione dei progetti e nell'apertura a un confronto che nasce da una concreta e condivisibile visualizzazione che lasci il minor spazio possibile agli equivoci derivati dalla necessità di un'interpretazione personale. Ma proprio l'alto grado di verosimiglianza al reale rende le simulazioni facilmente manipolabili in modo non necessariamente evidente, è quindi necessario che siano accurate e affidabili nel riprodurre gli ambienti urbani.

25. ‹‹Few people outside the design and engineering field can read two-dimensional drawings and understand what it would be like to walk alongside a building thus shown . The general public understands the experiential form of representations.›› [Bosselmann 1993, p.10]

2.2. VEROSIMIGLIANZA E LEGITTIMAZIONE DELLE SIMULAZIONI

«One of the principal hazards of any communications medium is the ease with which the truth can be distorted. This is perhaps nowhere so easy as in the projection of future environments, where facts are not available.›› [Appleyard et al 1973, p.14]

In campo urbanistico/architettonico l'uso della simulazione visiva è divenuta oggi, soprattutto grazie alla diffusione delle tecnologie digitali, una prassi consolidata. Le stessa evoluzione in senso digitale dei mezzi di comunicazione, e in particolar modo l'espansione di internet, ha contribuito in maniera determinante ad un'informazione allargata e orizzontale che travalica i confini locali delle trasformazioni.

Le simulazioni fotorealistiche, grazie alla facilità e all'immediatezza di lettura che le caratterizzano, sono divenute strumento principe di una comunicazione che si rivolge ad un pubblico allargato ed eterogeneo. La loro diffusione avviene attraverso diverse tipologie di *media* che operano dal livello locale a quello nazionale, da presentazioni circoscritte a pubblicazioni su periodici di diverse tirature, da proiezioni nei luoghi delle trasformazioni ad esposizioni multimediali di maggior richiamo, che in qualche caso coincidono con diffusioni attraverso i canali televisivi.

SIMULAZIONE PROMOZIONALE

Buona parte delle tipologie di simulazione generalmente proposte al grande pubblico rimandano, in qualche caso anche per suggestioni, alla potenziale esperienza del luogo raffigurato e sono classificabili tra simulazioni di tipo percettivo. Queste simulazioni sono normalmente preparate e presentate dai promotori dei progetti stessi per rispondere ad un'esigenza di *marketing* che

si concretizza, cosa peraltro abbastanza ovvia, in prodotti promozionali e non analitici [Appleyard 1976, p.44-45; Schmidt 2003, p.37]. La simulazione urbana risulta un mezzo decisamente efficace da un punto di vista comunicativo, non a caso i *developer* investono capitale sulla produzione di simulazioni accattivanti per promuovere il loro 'prodotto'. Ma questo approccio troppo spesso porta a delle simulazioni poco rappresentative rispetto alla corretta visualizzazione della città trasformata. Questo elemento non può essere sottovalutato se si tiene in considerazione che queste simulazioni costituiscono sovente l'unico mezzo informativo e descrittivo, e quindi l'unica possibile base di valutazione, per quel pubblico eterogeneo che verrà direttamente coinvolto dalla trasformazione urbana; un pubblico che sempre più spesso chiede un coinvolgimento diretto nei processi che guidano il rinnovo della città e dei luoghi che influiscono sulla propria vita quotidiana.

La grande influenza che la simulazione può avere rispetto alla formulazione delle valutazioni e lo scarto, troppo spesso sfavorevole, tra queste e i concreti esiti progettuali mette in evidenza l'importanza di un approccio che dia la possibilità di rispondere ad esigenze di legittimità e trasparenza rispetto ai processi pubblici. È per questo auspicabile che la presentazione delle trasformazioni non sia delegata unicamente a modalità promozionali, ma che a queste si affianchino simulazioni accurate, realizzate da autori esterni rispetto agli interessi in gioco, che collaborino alla divulgazione delle trasformazioni urbane in funzione di valutazioni informate [Sheppard 1998, p.6].

REQUISITI DI ATTENDIBILITÀ

Sono diverse le distorsioni, più o meno evidenti e più o meno importanti, che possono causare un'interpretazione falsata degli effetti generati dal progetto. Per questo motivo risulta importante identificare ed evidenziare alcuni degli elementi che possono essere causa una comunicazione inefficace o e che rendono la simulazione falsante.

Verifica dell'affidabilità

La scuola americana legata alla *Berkeley University of Califronia* si è da sempre impegnata nella ricerca di metodi di simulazione validi ed efficaci. A

questo proposito *Donald Appleyard* identifica due modalità di analisi che consentono di verificare la bontà delle simulazioni: la valutazione delle risposte degli utenti e un'analisi delle simulazioni stesse [Appleyard 1976, p.65][26]. Dei due metodi individuati il primo è attinente alla sfera dell'*environmental psychology*, dove viene analogamente indicato come '*resposnse equivalence*' [Craick 1971] o '*ecological validity*' [McKechnie 1977, p.169] e ne verrà fatto solo un breve cenno nella presente ricerca, mentre verrà posta maggior attenzione all'analisi delle simulazioni.

Il primo metodo mira a determinare l'efficacia delle diverse tipologie di simulazione nel riprodurre una scena reale. L'indagine prevede di comparare le risposte, di due gruppi analoghi di persone, rispetto alla realtà (primo gruppo) e rispetto a simulazioni che riproducono il medesimo spazio (secondo gruppo). Un confronto tra le risposte dei due gruppi, raccolte tramite *test* mirati, determina il grado di aderenza tra la simulazione e la condizione reale. Se le risposte dei due gruppi vengono ritenute paragonabili significa che la simulazione è capace di riprodurre in modo efficace la realtà [Craick 1971; Appleyard 1976, p.65; McKechnie 1977, p.169; Sheppard 1989, p.140; Bateson 1992, p.273; Bosselmann 1992, p.3].

Il secondo metodo individuato da Appleyard, che si riferisce all'***analisi della simulazione*** in quanto *medium*, tiene in considerazione sia il processo di realizzazione (ripresa ed elaborazione) che la tipologia di simulazione. Nonostante non sia ancora stato definito con chiarezza quale grado di deviazione della simulazione comporti concretamente una comprensione falsata [Sheppard 1989, p.84] sono stati individuati alcuni elementi che concorrono determinarla.

Donald Appleyard è il primo ad individuare dei criteri che consentono di produrre una buona simulazione. Secondo l'autore le simulazione dovrebbe-

26. ‹‹To test a medium for realism, two methods can be used: an assessment of responses and an analysis of the media images.›› [Appleyard 1976, p.65]

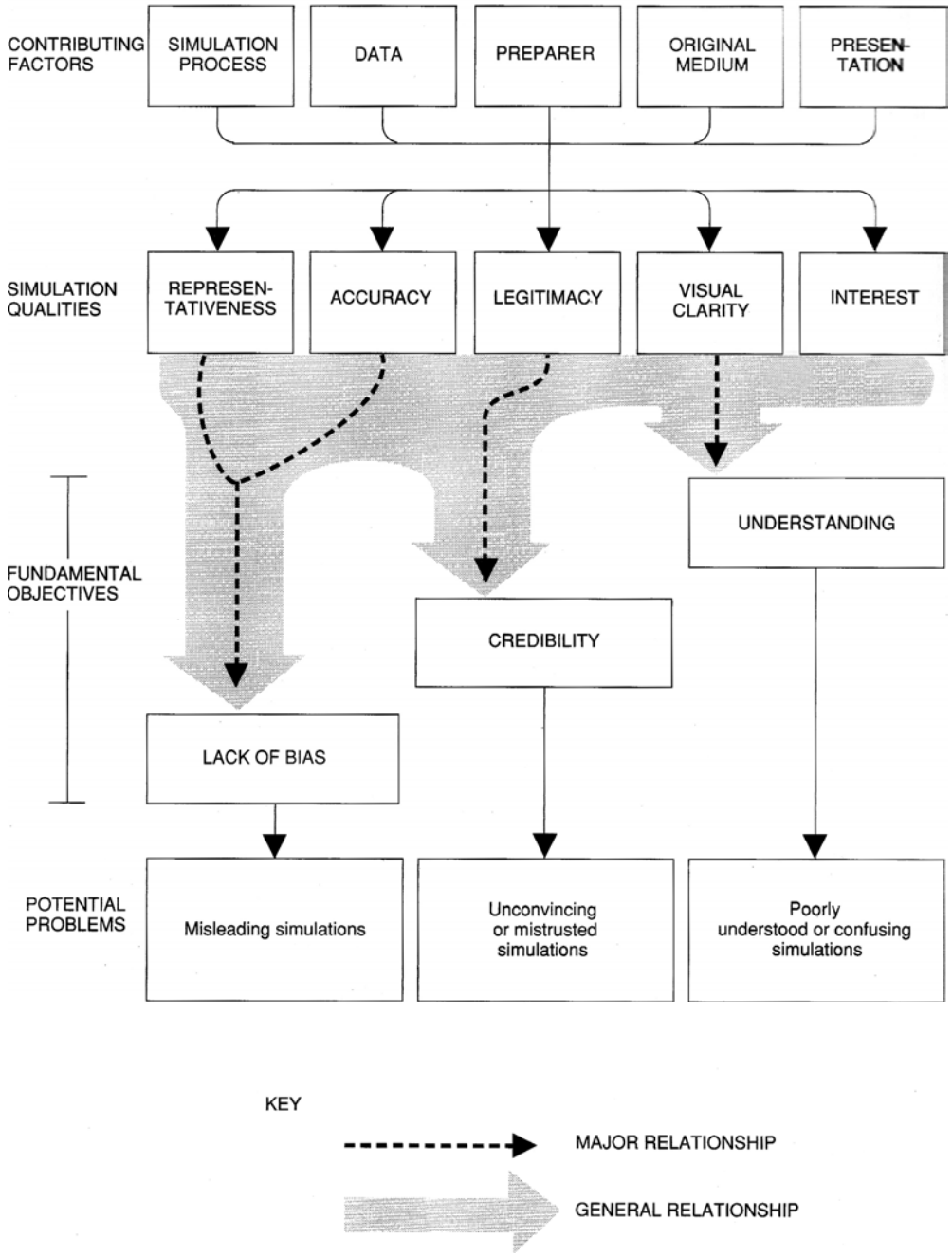
ro essere realistiche (*realistic*) e accurate (*accurate*), comprensibili (*comprehensible*) e valutabili (*evalutable*), coinvolgenti (*engaging*), economiche (*cheap*) e flessibili (*flexible*) [Appleyard 1976, p.57]. Ogni tipologia di simulazione, però, è caratterizzata da alcune limitazioni intrinseche che non consentono di rispondere sempre al meglio a tutte le caratteristiche individuate da *Appleyard*. È inoltre possibile che i criteri definiti entrino in conflitto tra loro. Un fotomontaggio che 'congela' una vista, ad esempio, è meno realistico di una simulazione che permette una visione in movimento, ma il diverso taglio comunicativo garantito dall'una e dall'altra modalità le rende entrambe utili. Per poter rispondere a tutti i criteri, suggerisce l'autore, le simulazioni dovrebbero quindi essere proposte in combinazione [Appleyard 1976, p.65].

Anche *Stephen R.J. Sheppard*, altro autorevole esponente della scuola statunitense, ha condotto tra la fine degli anni settanta e la fine degli anni ottanta una importante ricerca sulla simulazione visiva in campo urbanistico; gli esiti di tale studio sono raccolti in uno scritto, divenuto di riferimento, che illustra come preparare e valutare una corretta simulazione: *Visual Simulation: A User's Guide for Architects, Engineers and Planners* [1989]. L'autore riprende le considerazioni già sviluppate da *Appleyard* e organizza i criteri declinandoli in funzione dei possibili problemi di comunicazione che potrebbero indurre.

Secondo la condivisibile opinione dell'autore le simulazioni, per risultare efficaci, dovrebbero essere: comprensibili (*be understandable*), credibili (*believable*) e non condizionanti (*un-bias*)[27] [Sheppard 1989, p.59]; questi criteri sono determinati da alcune qualità fondamentali attraverso le quali è possibile valutare la simulazione stessa e che dovrebbero garantirne l'affidabilità: rappresentatività (*representativeness*), accuratezza (*accuracy*), chiarezza visiva (*visual clarity*), interesse (*interest*), legittimità (*legitimacy*) [Sheppard 1989, p.63].

27. ‹‹Simulation Bias. The ability of a simulation to mislead those who are viewing it, leading to responses that differ from those that would be obtained from the real project or scene.›› [Sheppard 1989, p.204 - Glossary]

Quando questi criteri non vengono rispettati si possono generare rispettivamente: simulazioni mal capite o che confondono (*poorly understood or confusing simulations*), simulazioni poco convincenti o di cui si diffida (*unconvincing or mistrusted simulations*) e simulazioni fuorvianti (*misleading simulations*), come indicato dallo schema in *fig.27*.



27. «Factors contributing to potential problems with simulations›› [Fonte: Sheppard 1989, p.64]

bias

Il problema della *bias*, cioè del potenziale condizionamento che si può perpetrare, consciamente o inconsciamente, con una simulazione quando l'utente crede a ciò che vede senza sapere che la rappresentazione è incorretta [Sheppard 1989, p.55], è particolarmente delicato. In questo caso infatti le considerazioni sul progetto, elaborate sulla base delle simulazioni, poggiano su elementi di valutazione fuorvianti che, una volta verificato lo scarto tra la simulazione e la sua concretizzazione, innescano un processo di diffidenza difficilmente rimovibile.

Anche *Peter Bosselmann* [1998, p.199] riprenderà alcuni dei principi espressi da *Donald Appleyard* e *Stephen R.J. Sheppard* indicando come le simulazioni, per essere valide, dovrebbero essere: comprensibili (*understandable*), aperte alla valutazione (*open to evaluation*), complete (*complete*), accurate (*accurate*), interessanti (*engaging*), dettagliate (*detailed*) e realistiche (*true* -nel senso che dovrebbero garantire '*response equivalence*'-).

È bene comunque chiarire che non esistono simulazioni 'perfette', ma piuttosto diversi livelli di attendibilità; la prova definitiva dell'affidabilità si può avere solo quando il progetto è stato realizzato, grazie ad un raffronto tra simulazione e realtà rappresentata [Sheppard 1989, p.135]. Questa prova a posteriori può essere un utile elemento di analisi degli eventuali errori, per una ricerca che mira all'implementazione di validi metodi e tecniche di simulazione per la visualizzazione degli esiti progettuali, dove i criteri individuati divengono anche utili strumenti di verifica a posteriori delle simulazioni stesse.

La realizzazione di simulazioni quale valida base di comprensione degli esiti percettivi di un progetto è richiamata dal fatto che spesso la realtà disattende le simulazioni generando insoddisfazione. Il pubblico non esperto confonde facilmente le simulazioni fotorealistiche come veritiere per il solo fatto che assomigliano alla realtà e al modo in cui siamo abituati a vederla fotografata o videoripresa; queste tecniche, infatti, vengono spesso associate a meccanismi di ripresa 'oggettiva'. Non a caso *Appleyard* [1976, p.59] sottolinea come sia importante distinguere tra realismo 'apparente' e 'effettivo' ('*apparent and actual realism'*), soprattutto perché non è così difficile che le persone

si convincano che «un'immagine sia una buona rappresentazione della realtà» [Appleyard 1976, p.59].

A questo va aggiunta la predisposizione dell'utente a percepire la simulazione come verosimile. Mentre alcune forme di *bias* sono legate alla simulazione in quanto *medium* questa tipologia di distorsione è invece connaturata nell'osservatore stesso, che è istintivamente incline ad accettare come credibili quelle informazioni che rispondono alle proprie aspettative o credenze, mentre tende a sminuire o a ignorare quelle che le contraddicono. Questa problema, evidentemente, non è eliminabile a priori, ma è possibile considerarlo attraverso una rielaborazione dei dati che raccolgono le reazioni dei partecipanti.

Le ***tipologie di distorsione*** proprie delle simulazioni sono invece eliminabili, o quantomeno minimizzabili. Una riflessione su questi aspetti può essere d'indirizzo per chi produce simulazioni ma consente anche una visione critica di quelle proposte.

Ci sono forme di distorsione più o meno gravi, tra queste alcune sono facilmente percepibili e quindi meno 'pericolose', altre invece sono difficilmente individuabili e proprio per questo risultano potenzialmente maggiormente dannose.

Per quanto il simulatore miri a produrre simulazioni affidabili è ragionevole considerare che esista un margine d'errore ineludibile. Inoltre ogni progetto non ancora realizzato necessita di un'interpretazione per essere reso e non sempre ciò che è tecnicamente sulla carta sarà conforme alla realizzazione, anche per via di eventuali variazioni in corso d'opera.

accuratezza

Come evidenziato precedentemente, uno degli elementi chiave che dovrebbe caratterizzare una corretta simulazione è l'***accuratezza***[28] [Bosselmann et Al. 1993, p.19; Sheppard 1989, p.63; Appleyard 1976, p.60], cioè la fedeltà del-

28. ‹‹Accuracy. The similarity in appearance between the simulated scene and the real scene as it would look after the project has been built›› [Sheppard 1989, p.203 - Glossary]

la simulazione, che è garantita dalla presenza di tutti gli elementi realmente percepibili dal punto di ripresa e dalla loro corretta rappresentazione (posizione, scala, configurazione, dettagli e texture) [Sheppard 1989, p.76-79; Tan et al. 2006, p.542].

Perché una simulazione sia accurata è importante che vi sia una corrispondenza tra i meccanismi fisiologici di visione e quelli di registrazione e presentazione delle immagini [Kardoš 2001, p.205], che dovrebbero emulare la visione dell'occhio umano.

Perché questa corrispondenza tra ciò che si vede e ciò che viene simulato si verifichi è necessario che la simulazione includa tutto ciò che è visibile ad occhio nudo e che le proporzioni che legano gli elementi siano percepibili in maniera corretta. Il primo aspetto è determinato dalla dimensione del ***campo visivo***, il secondo da ***dimensione e distanza percepita*** degli elementi, che, in simulazione, non è assoluta ma dipende dalle modalità di ripresa e dal punto di osservazione dell'utente finale. Questi aspetti non sono di immediata evidenza per utenti non esperti, siano o meno architetti, e possono indurre a valutazioni sbagliate. Queste caratteristiche sono determinate dalla fase di ripresa fotografica della realtà e del progetto e sono intimamente legate.

ripresa

La spiegazione del fenomeno richiede una breve descrizione di alcuni principi chiave legati ai meccanismi di ripresa della macchina fotografica. La ***percezione delle proporzioni*** degli elementi immortalati, infatti, dipende dall'obiettivo utilizzato e da questo, a sua volta, dipende l'angolo di campo. Come si può facilmente verificare modificando lo zoom di una qualsiasi macchina fotografica, riprese di uno stesso ambiente con obiettivi a lunghezza focale differente generano immagini dissimili, dove la percezione delle dimensioni e delle distanze degli elementi rappresentati varia sensibilmente da una all'altra. In particolare ottiche grandangolari (lunghezza focale corta, contraddistinta da bassi valori numerici misurati in mm) tendono a far percepire lo spazio più ampio rispetto alla condizione reale, mentre teleobiettivi (lunghezza focale lunga, contraddistinta da alti valori numerici misurati in mm) contribuiscono allo schiacciamento dei piani dando una sensazione di maggior compattezza dello spazio.

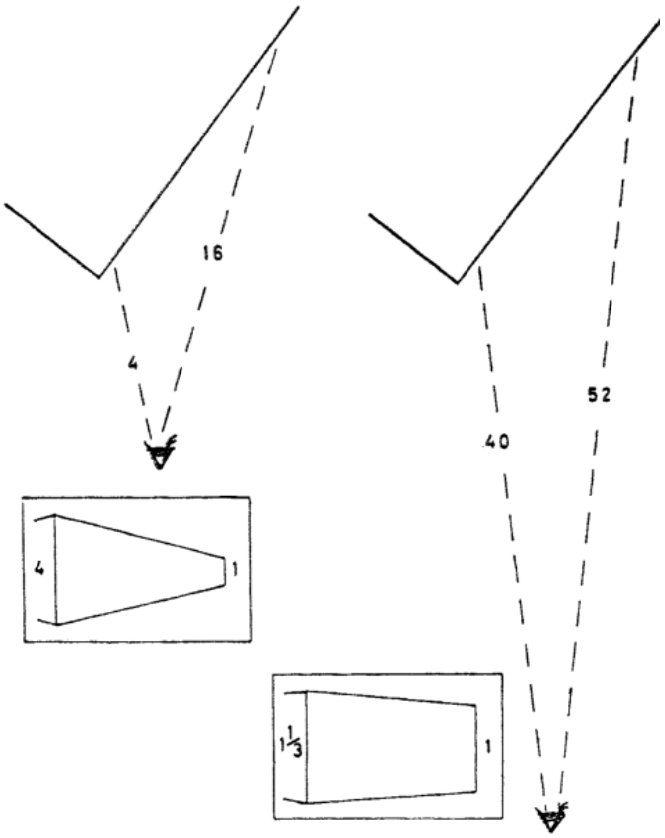
Per riprendere un'area più o meno ampia di un ambiente si può intervenire in diversi modi. Intervenendo sulle ottiche è possibile variare (ampliare o ridurre) la porzione di scena registrabile (angolo di campo o di ripresa[29]) a partire da uno stesso punto di mira: «Supponiamo di avere un oggetto e di riprodurlo con due macchine dello stesso formato ma con ottiche diverse. L'immagine formata dall'ottica più corta includerà un'area più vasta dell'oggetto, sempre nei limiti di copertura dell'obiettivo, perché le immagini trasmesse sono più piccole e quindi sul medesimo formato si include una parte maggiore dell'oggetto stesso.›› [Langford 1969, p.57]. Un altro modo per variare la porzione di scena ripresa, anche con uno stesso obiettivo, è quello muoversi rispetto al soggetto, allontanandosi la porzione di scena aumenta, avvicinandosi diminuisce. Ma ilo metodo più efficace, come verrà illustrato in seguito (*v.cap.3.2*), consiste in riprese multiple da uno stesso punto di ripresa poi mosaicate.

Sarà quindi possibile riprendere la stessa porzione di città utilizzando obiettivi diversi e posizionandosi a distanze diverse dal soggetto, ma in funzione dell'ottica utilizzata cambierà anche la prospettiva di quello che viene immortalato: «Supponiamo di fotografare l'angolo di una casa con un ottica di 50 mm da 4 metri di distanza e poi di spostarsi a 40 m, fotografando con un obiettivo di 500 mm. L'immagine dello spigolo più vicino alla macchina è della stessa altezza in entrambe le foto che, di conseguenza, sembrano riprese dallo stesso punto. Nella prima foto, però, la casa sembra più lunga, perché le linee orizzontali vengono fatte convergere molto di più che nella seconda, che appare invece molto appiattita.

Il controllo sulle dimensioni dell'immagine e sulla prospettiva è di estrema importanza, poiché la macchina fotografica rende in due dimensioni un og-

29. Langford definisce l'angolo di ripresa come: ‹‹quell'angolo che dal centro dell'obiettivo comprende i punti più lontani dell'immagine (diagonalmente opposti) di un soggetto posto a distanza infinita. Questo angolo varia con la lunghezza focale dell'obiettivo e il formato del negativo, nei limiti del potere di copertura›› [Fonte: Langford 1965, p.58]

getto tridimensionale e spetta appunto al rapporto tra primi e secondi piani renderne la profondità, l'effetto prospettico, la terza dimensione.›› [Langford 1969, p.59]. Ottiche grandangolari consentono di registrare una porzione più ampia di scena (è quindi possibile riprendere da vicino il soggetto) ed esaltano la prospettiva, mentre teleobiettivi la appiattiscono e consentono un minor angolo visivo (è necessario essere più lontani dal soggetto) (*fig.28*).

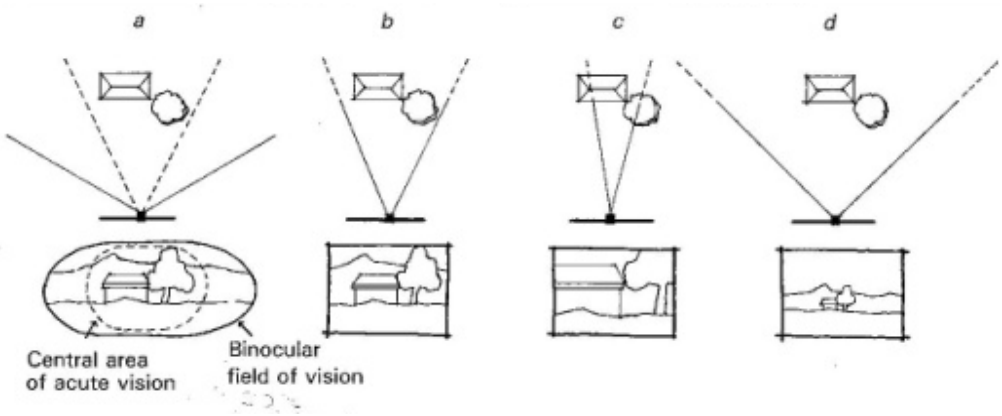


28. «Visione prospettica. Un muro ripreso obliquamente appare più 'profondo' (sinistra) o 'appiattito' (destra) a seconda della distanza di ripresa.››
[Fonte: Langford 1965, p.6]

La fotografia non è affatto uno strumento di ripresa che riproduce oggettivamente il modo in cui noi percepiamo la realtà, per tanto è importante che venga utilizzata in campo urbanistico secondo le sue effettive possibilità di riprodurre in maniera verosimile la città. Con questi obiettivi il laboratorio della *Berkeley* ha per primo cercato di capire come uno strumento altamente comunicativo come la fotografia potesse intervenire utilmente in campo ur-

banistico senza indurre una falsificazione nella comprensione dello spazio urbano.

Grazie a metodi sperimentali sono arrivati ad identificare un *range* di lunghezza focale, riferita a macchine fotografiche analogiche con pellicola di 35mm, da cui è possibile ricavate le opportune proporzioni per macchine digitali o cineprese, che consente di registrare un'immagine che renda la corretta percezione della dimensione e della distanza relativa degli elementi rappresentati. Questo *range* è coperto da ottiche che vanno da 62mm a 65 mm, che corrispondono ad un angolo orizzontale di circa 30° [Bosselmann 1998, p.168] e uno verticale di circa 25°. Queste dimensioni risultano essere circa cinque volte più piccole di quelle del campo visivo umano, che copre un campo di 160° (orizzontale) x 120° (verticale), inclusa la visione periferica[30]. Una comparazione tra la porzione di scena e la relativa percezione delle dimensione dei soggetti, colta dall'occhio o catturata con diverse ottiche, è riportato in *fig.29*.



29. «Comparazione del campo visivo dell'occhio e delle ottiche fotografiche: occhio umano (a); obiettivo standard (fotocamera da 35mm e obiettivo da 50mm) (b); teleobiettivo (fotocamera da 35mm e obiettivo da 115mm) (c); grandangolo (fotocamera da 35mm e obiettivo da 25mm) (d)» [Fonte: Sheppard 1989, p.66 (fig.6-3)]

30. La visione centrale (110° x 90°) è quella dove si vede in modo nitido ed è quella dove si concentra l'attenzione, nella visione periferica si registra invece un progressivo calo di definizione dell'immagine; la visione periferica è importante nel determinare l'andamento dello sguardo

L'utilizzo di obiettivi che garantiscono una riproduzione verosimile della realtà hanno un angolo di ripresa inferiore a quello visivo. Per rendere immagini che consentano di riprodurre tutta la porzione di scena effettivamente osservabile da un punto è necessaria che la simulazione sia frutto della composizione di più fotogrammi. La tecnica generalmente utilizzata è quella della mosaicatura (*v.cap 3.3.1*).

Perché la percezione delle immagini sia attendibile non è sufficiente costruire correttamente la simulazione. È anche importante considerare le modalità di osservazione che consentono una corretta visualizzazione della scena rappresentata. Il punto di vista dell'osservatore deve infatti coincidere, con le dovute proporzioni e le necessarie limitazioni, al punto di ripresa della simulazione. Il punto di vista dell'occhio deve infatti ricalcare quello dell'obiettivo perché la prospettiva in soggettiva sia correttamente percepita.

Ma perché la simulazione urbana raggiunga il suo scopo e sia cioè di supporto nell'anticipare la realtà, il punto di ripresa deve essere scelto in maniera appropriata. Ad ogni sua variazione corrisponde infatti una variazione della percezione degli elementi. Da una comparazione delle fotografie riportate di seguito (*fig.30*) si evince facilmente quanto possa cambiare la percezione degli impatti di un progetto sul contesto al variare del punto di vista. Da notare che nessuna delle immagini proposte corrisponde ad una corretta vista in soggettiva, infatti l'altezza è decisamente superiore a quella di una persona, ma questo aspetto è facilmente intuibile da chiunque; non è altrettanto scontato la valutazione dell'effettivo scostamento tra ciò che è visualizzato e ciò che realmente si vedrà. In questo caso la simulazione non raggiunge i suoi obiettivi perché la visualizzazione degli esiti da un punto di vista percettivo viene demanda all'immaginazione lasciando spazio all'incertezza e ad una visione non concretamente condivisibile.

30. Confronto della percezione dell'impatto del progetto Città della Moda (sullo sfondo) in funzione dell'altezza (immagine in alto e al centro) e di una diversa localizzazione (immagine in basso) del punto di vista.
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga* (2008)]

visualizzazione

Le dimensioni e la configurazione di un luogo influenzano l'esperienza [Franz et Al. 2008, p.574], ma l'esperienza è mediata dalla storia personale e per questo il comportamento di un soggetto in un dato luogo è difficilmente prevedibile. L'esperienza è sempre ego riferita e così è la percezione e la valutazione di dimensioni e distanze. L'uomo usa se stesso quale metro di riferimento nel relazionarsi dimensionalmente con lo spazio e ogni cosa che percepisce è mediata dai sensi. Di conseguenza la valutazione di un ambiente è soggettiva e viene influenzata dalla localizzazione del soggetto e dalle possibilità di movimento all'interno di esso. Questa modalità di appropriazione dello spazio risulta chiave nella comprensione e nella valutazione dello spazio fisico ed è indipendente dalle dimensioni assolute del luogo e dei suoi elementi. Questo considerazione spiega perché l'osservatore dovrebbe essere messo in condizione di percepire le giuste proporzioni di ciò che viene visualizzato attraverso una simulazione che venga utilizzata quale supporto alla valutazione di una trasformazione urbana. La ***corretta visualizzazione*** è frutto di una corretta ripresa e riproduzione, ma anche una corretta distanza e posizionamento dell'osservatore rispetto alla simulazione stessa. Come nella realtà anche nella simulazione la percezione dell'ambiente (simulato) dipende dal rapporto con l'osservatore. Le modalità di osservazione e interazione che la simulazione consente possono quindi contribuire a rendere più efficace l'anticipazione dell'esperienza (*v. cap.3.3*).

Esiste una sola e semplice modalità che consente all'osservatore di riprodurre correttamente il punto di mira dell'obiettivo guardando una simulazione, deve guardare proporzionalmente dallo stesso punto di ripresa; la posizione dell'osservatore sarà quindi relativa al formato della simulazione (*fig.31*). Rispetto ad un'immagine fotografica singola, ad esempio, la posizione del punto di vista sarà quindi centrale (le modalità di ripresa fotografica sono infatti quelle di una prospettiva centrale) mentre la distanza dalla simulazione, che restituisce la collocazione spaziale del soggetto, è determinata dal rapporto di ingrandimento tra supporto di ripresa (diagonale del fotogramma della pellicola) e il suo ingrandimento (diagonale della stampa fotografica).

Viewing Distance of Images (for images recorded with a 35 mm camera format, measured in inches and centimeters)

Image Width		Focal Length of Lens													
		20 mm		28 mm		35 mm		50 mm		65 mm		80 mm		100 mm	
1	2.54	0.56	1.40	0.78	1.98	0.97	2.46	1.39	3.53	1.81	4.59	2.22	5.60	2.78	7.06
5	12.70	3	7.62	4	10.16	5	12.70	7	17.78	9	22.86	11	27.94	14	35.56
6	15.24	3	7.62	5	12.70	6	15.24	8	20.32	11	27.94	13	33.02	17	43.18
8	20.32	4	10.16	6	15.24	8	20.32	11	27.94	14	35.56	18	45.72	22	55.88
10	25.40	6	15.24	8	20.32	10	25.40	14	35.56	18	45.72	22	55.88	28	71.12
14	35.56	8	20.32	11	27.94	14	35.56	19	48.26	25	63.50	31	78.74	39	99.06
18	45.72	10	25.40	14	35.56	18	45.72	25	63.50	33	83.82	40	101.60	50	127.00
24	60.96	13	33.02	19	48.26	23	58.42	33	83.82	43	109.22	53	134.62	67	170.18
36	91.44	20	50.80	28	71.12	35	88.90	50	127.00	65	165.10	80	203.20	100	254.00
50	127.00	28	71.12	39	99.06	49	124.46	69	175.26	90	228.60	111	281.94	139	353.06
100	254.00	56	142.24	78	198.12	97	246.38	139	353.06	181	459.74	222	563.88	278	706.12

31. Tabella riassuntiva della corretta distanza di visione delle simulazioni. Per ogni colonna l'unità di misura è in pollici (a sinistra) e in cm (a destra)
[Fonte: Bosselmann 1998, p.69]

qualità

Nella descrizione fotorealistica della scena urbana tutti gli elementi di dettaglio contribuiscono a definire la verosimiglianza della simulazione. Per questo motivo è importante porre attenzione alla loro definizione. La ***qualità*** della simulazione, in termini di risoluzione dell'immagine, collabora alla comprensione. Le simulazioni che si avvalgono di immagini fotografiche richiedono un'alta risoluzione perché il dettaglio possa essere percepibile. Queste immagini consentono infatti diversi livelli di lettura, che vanno da una visione d'insieme ad un'osservazione che permette di cogliere i particolari. Ma l'immagine di 'qualità' implica costi di produzione non sempre sostenibili, soprattutto nella realizzazione di render e videoproduzioni.

La determinazione del livello di qualità sotto il quale cambia la valenza comunicativa della simulazione non è elemento di facile definizione e non vi sono ricerche in grado di stabilirlo con certezza, anche se diversi autori richiamano la necessità di idagini mirate [Sheppard 1989; Bishop et Al. 1992, p.79]. Nella definizione di questo problema non si può sottovalutare come lo standard televisivo, cinematografico e dell'immagine stampata, cui si fruisce giornalmente attraverso i comuni mezzi di comunicazione, innalzi le aspettative dell'utenza, che può confondere una resa non perfetta con una simulazione non credibile. Al contrario un'immagine di alta qualità dà uno sensa-

zione di realismo che può essere illusoria, non esiste infatti una corrispondenza diretta tra risoluzione dell'immagine e sua accuratezza.

In ambito urbanistico le risorse a disposizione generalmente non consentono la realizzazione di simulazioni a qualità cinematografica, questo impone la definizione di un giusto equilibrio che tenga in considerazione gli obiettivi comunicativi e le risorse disponibili [Pietsch 2000, p.525][31].

contesto

Un elemento importante per la realizzazione di una simulazione veritiera è sicuramente costituito dalla ***corretta localizzazione e dimensionamento*** del progetto rispetto al contesto. L'inesattezza di questi elementi non è sempre di immediata evidenza e comporta una lettura erronea. Questo problema si verifica più facilmente quando le simulazioni sono frutto di due riprese distinte di progetto e contesto poi sovrapposte. Tale metodo presenta infatti diverse difficoltà pratiche da trattare con cura per non inficiare la simulazione stessa. In primo luogo va detto che la procedura con cui si realizzano tali simulazioni è delicata e necessita di grande attenzione da parte del simulatore. Le riprese sono infatti di norma realizzate a partire da ambienti distinti, dove il contesto coincide generalmente con la città esistente mentre il progetto con il 3D digitale o una ripresa della maquette in scala. Il progetto, in entrambi i casi, non può essere l'unica parte ad essere modellata, è infatti importante che anche il contesto sia modellato digitalmente o fisicamente, seppur con un grado minimo di dettaglio, per poter correttamente effettuare la sovraimpressione; è infatti necessario avere un riferimento identico, ossia una parte perfettamente sovrapponibile in entrambe le riprese. Il contesto diviene così la guida nell'effettuare la sovrapposizione, ma può essere anche utilmente utilizzato come strumento di verifica a posteriori della correttezza dell'elaborazione e come elemento di trasparenza rispetto alla costruzione della simulazione. È però fondamentale che in fase di montaggio questi due

31. ‹‹ The standard of realism needs to be set lower than for film and television in order for the visualization process to work within the resources of local authorities›› [Pietsch 2000, p.525]

elementi non vengano distorti manualmente per far 'tornare i conti'. È infatti prassi abbastanza comune che la simulazione del progetto venga stirata (cioè allungata orizzontalmente e/o verticalmente) per far aderire il contesto reale e quello modellato; questo meccanismo, che indubbiamente abbatte i tempi di realizzazione, comporta un decadimento dell'accuratezza della simulazione stessa che diviene inaffidabile da un punto di vista conoscitivo. Quando si presentano problemi legati all'impossibilità di giustapporre correttamente le due basi significa che c'è un problema in fase di ripresa del progetto che richiede una nuova ripresa rettificata. Se infatti si considera la ripresa dell'esistente quale elemento base di riferimento è la simulazione del progetto che deve replicarne in modo adeguato le modalità di ripresa. Questo comporta una corretta localizzazione e dimensionamento del progetto rispetto all'esistente, ovvero una corrispondenza tra il punto di ripresa, il punto di mira, la focale e l'esposizione utilizzata. Tale trasposizione non è così scontata, soprattutto se per simulare il progetto ci si avvale del 3D digitale; risulta invece più semplice quando si usa la maquette come base della simulazione, perché il metodo di ripresa che si utilizza, tramite fotocamere o videocamere, è analogo a quello utilizzato nella realtà, benché in scala. Col modello digitale il problema è dovuto all'algoritmo di calcolo del software che simula la ripresa fotografica; questo presenta dei parametri analoghi da impostare (posizionamento della camera nello spazio, target e lunghezza focale), ma non consente in realtà di ottenere risultati equivalenti. A complicare le cose c'è il fatto una stessa lunghezza focale si comporta in maniera diversa in funzione del formato (dimensione della pellicola o del chip per le macchine digitali) della fotocamera; se compariamo due fotografie realizzate con lo stesso obiettivo, poniamo un 20mm, su una reflex tradizionale (con pellicola 35mm) e una reflex digitale (poniamo con un chip di dimensioni dimezzate rispetto alla pellicola) ci accorgeremo che il 20mm montato sulla digitale si comporta come in effetti come un 30mm; ma queste differenze sono calcolabili. Le impostazioni da settare nel *software* per ottenere un'analogia tra ripresa dell'esistente e render non risultano invece facilmente correggibili per ottenere gli stessi risultati ottenibili con le tecniche di ripresa tradizionali.

Una simulazione prodotta in maniera non corretta da questo punto di vista può andare a vantaggio o a svantaggio del progetto, ma va sicuramente a discapito di una corretta visualizzazione; in questo caso le valutazioni saranno quindi basate su simulazioni di un progetto che presenta impatti simili a quello da realizzarsi ma non esattamente coincidenti. In questo modo viene compromesso l'obiettivo stesso della simulazione e si aumenta la possibilità di insoddisfazione una volta realizzato il progetto. È bene ribadire a questo proposito che esiste un grado di approssimazione accettabile tra simulazione e realtà, ma che questo scarto deve essere ridotto se si vuole mantenere l'efficacia complessiva del processo. I limiti accettabili non sono stati definiti se non in maniera parziale e diversi autori auspicano un approfondimento della ricerca in questo senso. Altri tipi di limiti sono riferibili alla tipologia di simulazione (bidimensionale, tridimensionale, statica o dinamica) e alla relativa modalità di visualizzazione e interazione, temi che verranno trattati più avanti (*cap.3.3*).

Un altro diffuso tipo di distorsione riguarda il contrasto tra ***progetto e contesto***. Quando la trasformazione non è adeguatamente contestualizzata l'attenzione viene spostata sul manufatto edilizio come opera in sé, piuttosto che nella sua relazione con l'intorno, e questo rende di fatto impossibile una concreta valutazione[32] (*fig.32*).

Non aiuta la comprensione degli impatti neanche la rappresentazione differenziata tra progetto e contesto. Quando sono trattati in modo differente il concreto apprezzamento della trasformazione non risulta immediato e ciò è acuito dal fatto che spesso l'intorno è presente in modo poco significativo

32. ‹‹Many presentations of projects' still ignore the existing environment or teat it in only a cursory way. Models often shown only new buildings, ignoring the old, with the surroundings painted in a subdued color, as if the sun shone only on the proposed design. The rationale is something obscure and the proposal is rarely evaluated. In such circumstances, it is almost impossible to predict the changes a project will make. Alternatives are usually suppressed in order not to 'confuse' the audience, leaving the presentation to concentrate on a description of the recommended projects together with its assets.›› [Appleyard 1976, p.13]

perché utilizzato a scopo grafico come un semplice sfondo. Inoltre il progetto è generalmente trattato con *texture* appariscenti che richiamano l'attenzione, cosa che, oltre ad essere poco verosimile rispetto alla realizzazione, comporta problemi analoghi a quelli della mancanza assoluta del contesto. Spesso i volumi al contorno, le strade e gli altri elementi esistenti, sono resi graficamente in modo omogeneizzante, quasi fossero di poco conto. Questo trattamento rende il contesto indistinto, senza carattere, e lo fa percepire come un tutt'uno indifferenziato in cui la reale tridimensionalità e morfologia dell'edificato si stempera. La comparazione della soluzione progettuale rispetto al suo intorno risulta così di difficile appezzamento e di scarsa efficacia (*figg.33-34*).

32. Iimmagine tratta dal sito ufficiale di presentazione del progetto City Life per Milano [www.city-life.it (2008.11.19)]

33. Render del progetto in via de Castilla a Milano [Fonte: www.urbanfile.it]

34. Modelli del progetto Garibaldi-Repubblica a Milano in cui il contesto è trattato in maniera omogeneizzante
[Fonte: presentata presso la *Fondazione Riccardo Catella*, Milano]

Spesso le simulazioni rappresentano un ***momento unico e specifico***, che frequentemente coincide col massimo dello splendore, un momento 'idealizzato' «where the sun always shine, vegetation grows in luxuriant profusion, the water is pure, the streets clean, nature remain undamaged, and only pleasant vistas offer themselves to view›› [Appleyard 1976, p.44-45] (*fig.35*).

Questo momento di massimo splendore immortalato dalla simulazione è generalmente poco rappresentativo rispetto alla vita reale del progetto; frequentemente questo si verifica perché chi produce la simulazione è attento più a realizzare un'immagine dalla grafica accattivante piuttosto che nel produrre una corretta anticipazione della realtà, è cioè più concentrato sul mezzo piuttosto che sul messaggio ('*the medium and not the real message'*) [Sheppard 1989, p.29].

Se si pensa alle esperienze di trasformazione già attuate ci si rende però facilmente conto di come questo mondo idealizzato sia difficilmente traducibile nella realtà, almeno sul lungo periodo. Mostrare un ambiente di questo tipo corrisponde forse alle migliori intenzioni del progettista rispetto alla riuscita del proprio lavoro, ma non si può non evidenziare l'influente carica emotiva legata a questa modalità che richiama esperienze gradevoli e auspicabili. Non è comunque facile prevedere come cambierà la vitalità dei nuovi spazi urbani né come questa evolverà nel tempo. Questo risulta particolarmente difficile per le aree di nuova espansione urbana, dove non sono conosciute neanche le condizioni attuali di riferimento e dove è ancora più arduo prevedere le reali tendenze future [Appleyard 1976, p.59]. È quindi preferibile che le simulazioni si limitino a descrivere un luogo ricalcando condizioni più consuete e meno idealizzate e che consentano così di convogliare l'attenzione sugli aspetti effettivamente prevedibili del progetto, ovvero quelli della trasformazione fisica, senza caricarli di suggestioni che possono risultare fuorvianti o mistificatorie.

35. Simulazione del progetto dello spazio pubblico del progetto Garibaldi Repubblica Garibaldi a Milano
[Fonte www.porta-nuova.com (17.10.2007)]

La descrizione di un unico momento non rende giustizia alla reale esperienza dei luoghi, che si sviluppa in momenti diversi della giornata e dell'anno, che differiscono secondo le stagioni e le condizioni climatiche e che scandiscono il tempo e la vita di un luogo (*fig.36*). Così sarebbe auspicabile che di uno stesso progetto venissero simulate condizioni diverse. Può accadere, ad esempio, che alberature rigogliose in estate occultino viste significative del progetto perfettamente visibili in altri momenti dell'anno, oppure che ambienti soleggiati d'estati siano completamente all'ombra d'inverno. Questo approccio consente di considerare un ventaglio di informazioni che dovrebbero essere tenute in considerazione nella valutazione di un progetto perché influenti sulla vita dell'area e sulla qualità complessiva della trasformazione.

Mancano inoltre in modo abbastanza sistematico delle simulazioni che mostrino l'impatto del cantiere sul contesto locale. Questo periodo transitorio, che però può arrivare a durare diversi anni, è spesso causa di notevole disagio per la cittadinanza.

Anche lo '***stile***' ad opera dell'autore della simulazione è un elemento che può deviare la comprensione (*fig.37*). In effetti una simulazione esperienziale

dovrebbe garantire un omogeneità di trattamento tra progetto e contesto e limitare al minimo la personalizzazione grafica in senso artistico (*fig.38*).

36. Comparazione tra viste che ritraggono un edificio residenziale in diversi momenti stagionali
[Fonte: www.digitalurban.blogspot.com (26.01.2009); immagini di *Holgar Vaga*]

37. Render del progetto Garibaldi Repubblica a Milano; l'immagine mette in risalto le sole aree progettuali
[Fonte: Immagine tratta della presentazione multimediale presentata presso la *Fondazione Riccardo Catella*, Milano (immagine grande); progetto per il PII Isola-Lunetta: www.stefanoboeri.net (immagine piccola in alto)]

38. Comparazione tra due viste di *Times Square* (*New York*). La foto scattata dalla maquette (in basso) evidenzia la corrispondenza con la condizione reale (in alto).
[Fonte: *Environmental Simulation Laboraoty* (*University of California, Berkeley*)]

Questa particolare forma di distorsione è frequentemente riscontrabile nei *render* [Bosselmann 1993, p.10], dove spesso è utilizzata per distinguere il contesto dal progetto e attirare l'attenzione su quest'ultimo. Il differenziare i due elementi può aiutare l'identificazione del progetto e quindi contribuire a capire il progetto in sé, ma sicuramente non aiuta la comprensione degli impatti da un punto di vista percettivo.

Inoltre l'utilizzo di *render* 'artistici' tende facilmente a rendere l'immagine del progetto accattivante a discapito di una corretta simulazione della resa del progetto da un punto di vista cromatico, di riflettanza dei materiali, di opacità o trasparenza delle superfici.

Non è detto che tutti i *render* e le simulazioni in genere propongono il progetto in una luce particolarmente favorevole, esistono anche casi in cui l'esito rende il progetto meno apprezzabile di quanto realmente dovrebbe risultare. È più facile che questo avvenga quando vi sono oppositori che presentano simulazioni proprie; in questi casi, infatti, può avvenire che le simulazioni prodotte degli oppositori confermino le ipotesi negative perché inconsciamente condizionate e redatte per visualizzare l'idea che si aveva del progetto. Con questo si vuole dire che non tutte le simulazioni fuorvianti cercano di influenzare intenzionalmente il pubblico, spesso gli stessi produttori delle simulazioni credono in quello che hanno prodotto senza averne una lettura critica e ingannando se stessi di conseguenza sui risultati.

rappresentatività

In questo senso anche la ***selezione delle viste*** può contribuire a far emergere una visione 'di parte' delle trasformazioni; la scelta dei punti di vista è un elemento essenziale nel determinare una valida prefigurazione della trasformazione. Se viene evidenziato un aspetto particolare del progetto ma ne vengono tralasciati altri il risultato non potrà che essere incompleto. Eventuali problematiche e potenzialità dovranno quindi essere egualmente simulate per non influenzare direttamente il pubblico.

Proprio per questo è importante che le simulazioni siano proposte a seguito di un'accurata analisi atta ad individuare tutte le ***viste rappresentative*** che ricalcano tutti i punti di vista importanti. Per questo è importante non trascurare i luoghi di identificazione collettiva né quelli di frequente utilizzo

che verranno influenzati dal progetto. Gli ambienti simulati dovrebbero quindi coincidere con quelli che risentiranno maggiormente degli impatti del progetto ma anche con quelli percorribili e comunemente vissuti.

La facilità con cui è possibile far percepire una simulazione come 'realistica' anche se non realmente corretta e l'alta diffusione di simulazioni poco rappresentative, in qualche caso addirittura fuorvianti, inducono una necessaria riflessione e richiamano la necessità di una maggior attenzione da parte delle amministrazioni che dovrebbero essere garanti di un'informazione trasparente rispetto ai processi pubblici e agli effettivi esiti delle trasformazioni urbane.

La tendenza con cui si è portati a giudicare una simulazione fotorealistica come accurata [Sheppard 1989, p.138] rende manipolabile, a favore o a discapito di un progetto, l'opinione del pubblico, che non sempre vede confermate dalle trasformazioni gli esiti che gli erano stati proposti. Queste considerazioni hanno fatto sì che alcuni autori auspicassero il ricorso ad indirizzi specifici di redazione delle simulazioni pubblicamente riconosciuti [Appleyard 1976, p.60; Sheppard 1989, p.163-167] che quantomeno ne orientassero l'utilizzo rispetto all'iter decisionale e di partecipazione pubblica. A questo proposito *Sheppard* propone anche un esempio di format di riferimento per la valutazione delle simulazioni (*fig.39*).

SIMULATION APPRAISAL CHECKLIST

PROJECT: STAGSHEAD P.U.D.
LOCATION: STAGSHEAD, CALIFORNIA
APPLICANT: ENTERPRISES INC.
PREPARER OF SIMULATIONS: GRAPHO DESIGNS
PREPARATION DATE: 5/87

REVIEW DATE: 8/29/87
REVIEWER: J. EVERYMAN

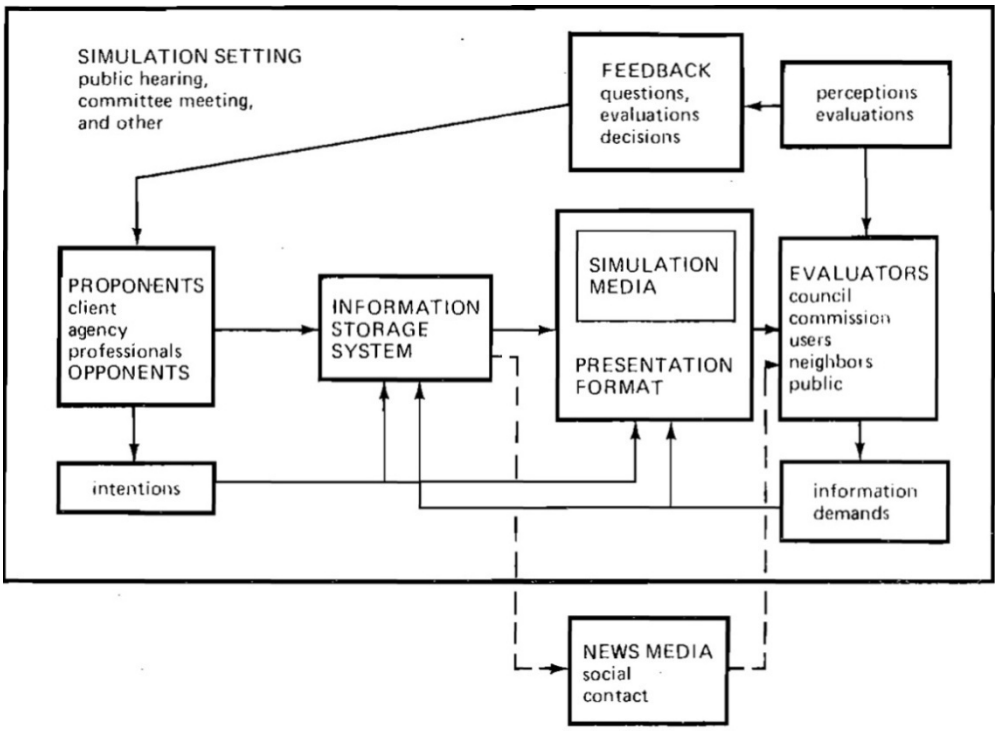
	YES	NO	COMMENTS
1 REPRESENTATIVENESS			
a) Are the following important views included?			
1. View from Coastal Hwy.	✓		
2. From nearby homes		X	} Similar view direction as shown in 1.
3. From scenic trail		X	
b) Are all the simulated views important or typical?	✓		
c) Are typical or important viewing conditions shown?	✓	X	Shown with mature trees; earlier project phases not shown
2 ACCURACY			
a) Are simulations free of obvious inaccuracies?		X	Pronounced "sketchy" style: no values/shading; inadequate detail
b) Do simulations show correct and adequate project context?		?	Hills not clearly shown
c) Do simulations include all project components which would be visible?		X	Omits access road, pad, and water tank on hillside
d) Do all the objects shown in the simulations conform with site plans and applicable regulations?	✓		Building details hard to determine
e) Do simulations appear accurate in position, scale and shape of project?		X	Building scale/roof height seems too low (see attached Line-of-sight diagram)
f) Do simulations appear accurate in color and important project details?		X	Impossible to tell
3 VISUAL CLARITY			
Are simulations visually clear and understandable?	✓		
4 INTEREST			
Are simulations interesting without being overly entertaining?	✓		
5 LEGITIMACY			
a) Is a supporting visual analysis provided?		X	
b) Are viewpoints mapped?	✓		
c) Are project design data and assumptions documented?		X	No landscape plan referenced
d) Are "before" photographs provided?	✓		No assumptions of age of landscaping
e) Are scale and location verifications provided?		X	
6 RECOMMENDATIONS			
Accept ___ **Add** ___ **Revise** ___ **Reject** ___			PROVIDE A MORE ACCURATE & DETAILED SIMULATION AS OVERLAY TO PHOTO-SHOW ARCHITECTURAL DETAIL, WATER TOWER & GRADING, TONAL VALUES, & ACCURATE LANDSCAPING

39. «Simulation appraisal checklist for Stagshead Planned Unit Development»
[Fonte: Sheppard 1989, p.146 (fig.8-5)]

2.3. PRESENTAZIONI CON E SENZA INTERMEDIARIO

«Perception of the simulation is affected by the social and physical surroundings as much as by the simulations themselves.›› [Appleyard 1976, p.54]

Nel descrivere il processo di ***presentazione pubblica*** dei progetti si può far riferimento al modello di comunicazione efficacemente sintetizzato da *Donald Appleyard* (*fig.40*). Questo schema evidenzia come il processo segua un circolo, che può risultare virtuoso o vizioso, dove le intenzioni dei proponenti determinano le scelte rispetto alle modalità di simulazione e presentazione, che a loro volta influiscono sulle valutazioni degli utenti, che tornano poi come *feedback* ai proponenti. In un'ottica di implementazione partecipata gli esiti del processo contribuiscono a definire lo sviluppo progressivo del progetto e momenti diversi di partecipazione concorrono a definire le direzioni da prendere. Le diverse fasi di presentazione seguono così un percorso che può estendersi dalla generazione del progetto (*design generation*), alle fasi di variazione in itinere (*design modification*) fino alle decisioni conclusive, che possono essere di accettazione o rifiuto (*ultimate acceptance or denial*) [Appleyard 1976, p.49].



40. «Communications model of a project presentation»
[Fonte: Appleyard 1976, p.49]

TIPOLOGIE DI PRESENTAZIONI

In questo percorso le simulazioni possono essere presentate in modo 'guidato', grazie ad un tecnico che dirige e descrive le simulazioni, oppure esposte per garantire una fruizione 'libera', non mediata. Nel primo caso il ***moderatore*** fa da intermediario tra gli utenti e la simulazione spiegando ciò che si sta visualizzando. Nelle esposizioni ***senza intermediario***, invece, il rapporto con la simulazione è diretta e risulta particolarmente importante che la comunicazione visiva risulti completa, di immediata lettura e non ambigua. In entrambi i casi le risposte alle simulazioni sono da considerarsi quali prime impressioni di un ambiente; gli utenti vedono infatti la proposta di progetto per la prima volta e non sempre hanno la possibilità di vederla ripetutamente in diversi momenti [Appleyard 1976 p.58; Bosselamnn et al 1985, p.3]. Nel primo incontro (*first-encounter*) la realtà viene percepita prevalentemente attraverso il suo aspetto fisico, solo in secondo momento intervengono anche altre informazioni indirette legate all'esperienza del luogo, quale ad esempio una miglior conoscenza del contesto sociale [Appleyard 1976 p.58].

Il ***contesto di presentazione*** delle simulazioni (luogo, modalità di presentazione e persone presenti) influenza le reazione degli utenti, anche se è ipotizzabile che presentazioni interattive di libera fruizione rispondano meglio a queste problematiche [Pietsch 2000, p.525] (*v. cap.3.3.2*); anche l'atmosfera, influenzata dalla tipologia di presentazione (formale o informale) e dall'andamento più o meno acceso della discussione, contribuiscono a definire le reazioni [Appleyard 1976, p.57]. Indifferentemente dall'affidabilità ed efficacia delle simulazioni è quindi inevitabile che la situazione contingente incida sulle risposte e condizioni il messaggio [Sheppard 1989, p.62].

Questo tema (*environmental perception*) è complesso e afferisce al campo dell'*environmental psycologhy* e non può, evidentemente, essere qui trattato. Per dare solo il peso dell'intuibile complessità del problema si possono però sinteticamente richiamare le parole di *Paul Watzlawick*, autorevole esponente della scuola di psicologia statunitense di *Palo Alto* e studioso della pragmatica della comunicazione umana: «alle azioni del comportamento personale occorre aggiungere quei segni di comunicazione interpersonale inerenti al contesto in cui ha luogo la comunicazione. È chiaro dunque che in questa prospettiva tutto il comportamento, e non soltanto il discorso, è comunicazione, e tutta la comunicazione - compresi i segni del contesto interpersonale - influenza il comportamento.›› [Watzlawick 1997, p.16][33].

Rispetto alle presentazioni di trasformazioni urbane *Peter Bosselmann* e *Kenneth H. Craik* individuano quattro *set* di variabili che, indipendentemente dalle tipologie di simulazioni proposte, influenzano le impressioni e valutazioni degli utenti: le caratteristiche dell'osservatore; le modalità di presentazione; il *format* usato per raccogliere le risposte e la relativa casistica di reazioni che può registrare; le caratteristiche dell'ambiente di presentazione.

33. **Watzlawick**, Paul, **Beavin**, Janet Helmick, **Jackson**, Don D., [1997], Pragmatica della comunicazione umana. Studio dei modelli interattivi delle patologie e dei paradossi, Astrolabio, Roma

Una quinta possibile variabile è identificata dalla natura della transazione e dalla familiarità con questa modalità [Bosselmann et al. 1985 p.4][34].

Nella complessità del problema sembra però emergere come una corretta comunicazione concorra proficuamente a ridurre gli effetti di una comunicazione necessariamente condizionata. Autorevoli esponenti della scuola americana legata alla *Berkeley University of California* fanno notare come l'esperienza in questo campo dimostri che vi siano alcuni semplici criteri che permettono di ***migliorare la comunicazione.*** Tra questi viene evidenziato come le simulazioni che possono essere ***intese senza eccessiva fatica*** diminuiscano le possibilità di *misunderstanding*. Inoltre modalità di presentazione che aiutano a ***catturare l'interesse*** del pubblico contribuiscono a far giungere il messaggio in modo completo, perché diminuiscono la possibilità di una fruizione distratta o discontinua da parte del destinatario. Questo consentirebbe di minimizzare il rischio che informazioni, ritenute chiave rispetto alla comprensione degli impatti del progetto, non vengano recepite. In quest'ottica è altrettanto importante che il simulatore predisponga in modo adeguato la ***durata*** delle presentazioni, che non dovrebbero essere così corte da precludere la possibilità di dare tutte le informazioni necessarie, né così lunghe e cariche di informazioni da indurre a naturali cali d'attenzione [Appleyard 1976, p.56-57; Sheppard 1989, p.98-100].

MODALITÀ DI INTERAZIONE

Che si preveda o meno la presenza di un moderatore le simulazioni possono essere presentate quali ***viste predeterminate*** o ***interattive***. Nel primo caso

34. ‹‹In light of our purposes, another complicating recognition has emerged from research on environmental perception. That is, many factors other than medium of presentation of a place influence the impression individuals form of it. Four sets of variables have been identified as integral to investigations of environmental perception: 1) characteristics of the observers (e.g., environmental attitude and dispositions; professional training); 2) medium selected for presenting the settings (i.e. how the place is encountered, e.g., via direct site visit, photoslides, scale models, sketches): 3) the response formats used and the range of reactions they encompass, and 4) the environmental attributes of the settings (Craik, 1968, 1971, 1981; Goodey, 1971; Pervin, 1978; Saarinen, 1969; Zube. 1974). A fifth set of variables has also received attention, dealing with the nature of the transaction with the specific setting, such as cognitive and instructional sets and prior familiarity (Craik, 1983a; Leff, Gordon and Ferguson, 1974).›› [Bosselmann et al. 1985 p.4]

l'autore presenta una ***selezione dei punti di vista*** che ritiene significativi con cui l'osservatore non può interagire direttamente e di cui può fruire solo in modo passivo. In questo caso l'utente può solo guardare attraverso lo sguardo del simulatore; in questo senso la predeterminazione delle viste ha per sua natura delle debolezze intrinseche, l'osservatore deve infatti accontentarsi del punto di vista dell'autore e confidare che gli siano state realmente mostrati tutti gli aspetti significativi; ma spesso il coinvolgimento di interessi personali, come ad esempio la proprietà di un'abitazione che verrà indirettamente coinvolta dalla trasformazione, rendono relativi e soggettivi gli aspetti considerati significativi. Per rispondere alle esigenze conoscitive diversificate di un pubblico differenziato si prestano meglio modalità di simulazione più flessibili, ma non sempre l'esclusione di un occhio esperto rende efficace il processo informativo. Quando l'esperienza dell'autore guida lo sguardo dell'osservatore questo viene accompagnato in un percorso che gli consente di non tralasciare elementi importanti rispetto alla visione complessiva degli esiti in funzione di una valutazione informata e di un percorso che dovrebbe consentire di guardare degli impatti sulla città in una logica di interesse generale.

Modalità di presentazione che prevedono, invece, l'utilizzo di simulazioni interattive rispetto alla ***scelta dei punti di vista***, garantiscono altri tipi di vantaggi. Innanzitutto l'esplorazione diretta diminuisce la sensazione di una possibile manipolazione da parte di chi propone le simulazioni (anche se questa relazione non è necessariamente verificata). Inoltre dovrebbe potenzialmente contribuire soddisfare le diverse richieste degli utenti, spesso spinte da legittimi interessi personali. La possibilità di scegliere autonomamente dove muoversi e cosa guardare collabora ad un senso di immedesimazione nella scena rappresentata, che restituisce la comune relazione soggettiva con lo spazio e accresce l'interesse perché l'utente si sente attivamente coinvolto [Appleyard 1976, p.62]. Questo aspetto, però, ne limita l'applicabilità, perché

la relazione diretta consente un'interazione di una persona alla volta e di conseguenza non può essere utilizzata, ad esempio, per grandi presentazioni pubbliche[35].

È chiaro che tra la modalità predeterminata e quella interattiva esiste una varietà di situazioni intermedie. È ad esempio possibile che la simulazione sia predeterminata ma che le dimensioni consentano all'osservatore di guardare ogni singola scena proposta scorrendo liberamente lo sguardo sulle immagini (*v.cap.3.3.1*), oppure che l'osservatore abbia la possibilità di decidere dove muoversi e guardare ma in aree definite dell'ambiente e non sufficientemente ampie da soddisfare le esigenze degli utenti. Modalità di presentazione che consentano di usufruire di presentazioni guidate ma anche di simulazioni interattive sembrano quelle più efficaci perché le carenze dell'una possono essere compensate dall'altra.

simulazioni indirette e dirette

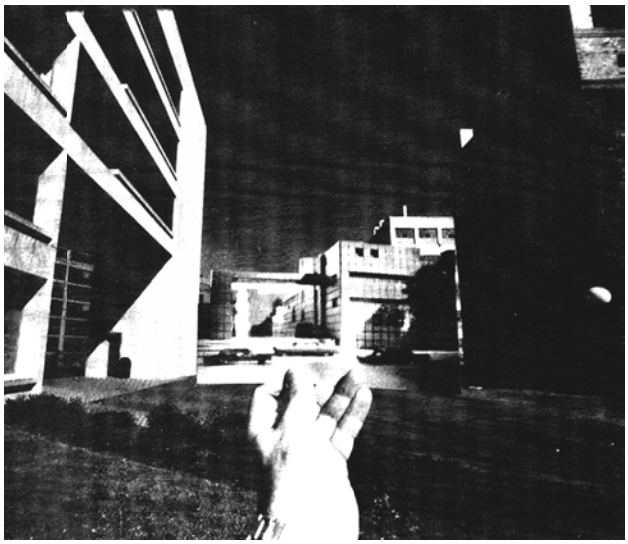
Uno sguardo rispetto alle tipologie di simulazioni esistenti che possono essere utilizzate per presentare i progetti consente di distinguere tra simulazioni ***indirette*** e ***dirette*** [Craik 1976, p.38]. Le simulazioni indirette sono quelle che non si svolgono sul luogo della trasformazione, e includono fotomontaggi, videomontaggi e quant'altro. In questa caso tutte le considerazioni vengono fatte a partire dalle simulazioni proposte e questo ne rende cruciale l'affidabilità.

Le simulazioni dirette sono invece quelle che portano l'osservatore nel luogo della trasformazione; nella presentazione dei progetti urbani c'è un'unica modalità oggi impiegata per visualizzare virtualmente i progetti inseriti nel contesto reale: l'*Augmented Reality* (Realtà Aumentata) (*v.cap.3.4.2*). In passato ci sono stati deboli tentativi per dare la possibilità di visualizzare in loco il progetto, ma le tecnologie a disposizione non consentivano un interessante

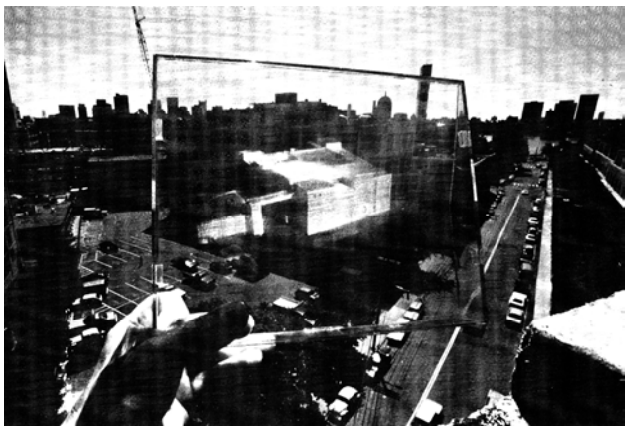
35. Esistono invece esempi di piccole presentazioni dove i diversi soggetti che prendono la parola si avvalgono di viste percettive realizzate in tempo reale grazie all'ausilio di viste in soggettiva realizzate con l'ausilio di maquette per spiegare meglio ciò che voglio dire (*v. cap.1.2*).

sviluppo in questo senso (*fig.41*); le modalità di visualizzazione, per quanto in qualche caso fossero tridimensionali (*fig 42*), consentivano infatti di visualizzare solo viste singole e non dinamiche del progetto.

In tutte le possibili modalità di presentazione pubblica di un progetto un elemento è chiave nel garantire un processo virtuoso, la ***trasparenza*** rispetto alla costruzione e la relativa accuratezza delle elaborazioni. Per questo le simulazioni dovrebbero essere passibili di valutazioni dell'attendibilità da parte degli utenti, siano questi *developer*, oppositori al progetto o semplici cittadini [Appleyard 1976, p.61; Sheppard 1985; Bosselmann 1990, p.15-16].



41. Sovrapposizione di un'immagine fotografica di un progetto, realizzata da un modello in scala, rispetto al reale contesto
[Fonte: Burden 1985, p.133]



42. Ologramma di un progetto visualizzato rispetto al contesto esistente
[Fonte: Burden 1985, p.133]

2.4. IMPORTANZA DI UNA STRUTTURA INDIPENDENTE

«Once credibility is lost, validity is meaningless››
[Pietsch 2000, p.526]

CREDIBILITÀ

La ***credibilità*** è elemento essenziale nel decretare l'utilità di una simulazione. La credibilità non determina la validità della simulazione, ma una mancanza di credibilità comporta una mancanza di fiducia e quindi uno scetticismo rispetto agli esiti proposti dalla simulazione, cosa che ne compromette gli obiettivi conoscitivi. I motivi per cui una simulazione non è ritenuta credibile possono essere diversi e tra questi risulta particolarmente importante la ***posizione del simulatore*** rispetto agli interessi in gioco. Molto spesso infatti la credibilità del prodotto passa attraverso quella del simulatore.

Come evidenzia *Donald Appleyard* il taglio che viene dato ad una presentazione è generalmente influenzato dalle intenzioni del proponente. Quando chi realizza e presenta le simulazioni è anche chi promuove o ha disegnato il progetto l'obiettivo della comunicazione è generalmente la 'persuasione' [Appleyard 1976, p.50, Bosselmann 1998, p.202] e questo, naturalmente, genera diffidenza.

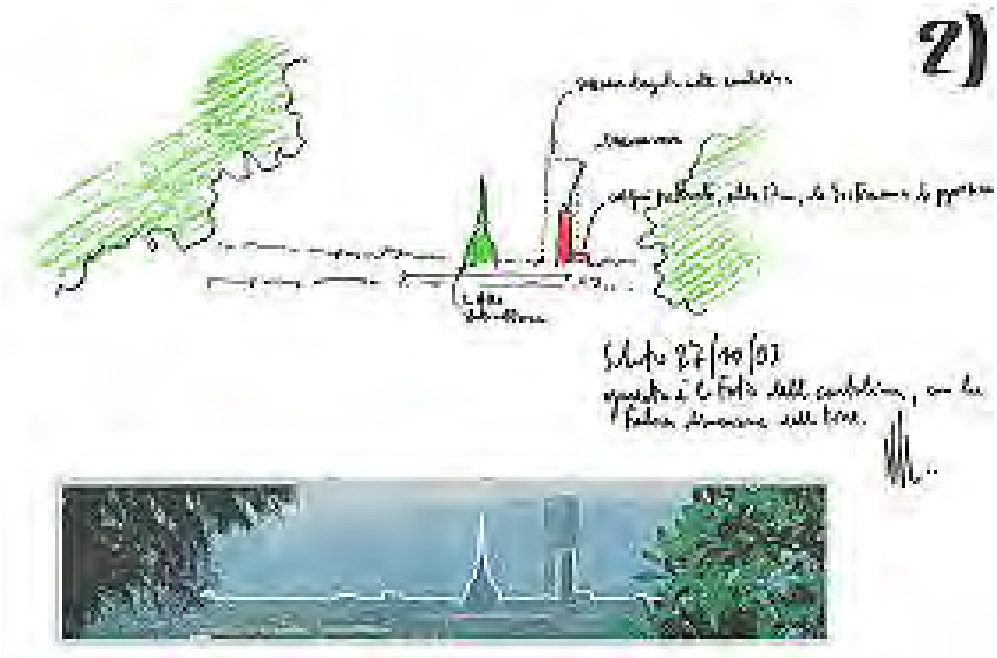
In effetti nella gran parte delle presentazioni pubbliche i progetti vengono esibiti proprio da attori direttamente coinvolti nei processi. Gli interessi in gioco possono derivare da vantaggi evidenti, come per i *developer*, oppure essere indiretti, come per chi è favorito (o sfavorito) dalle ricadute progettuali, come può avvenire per alcuni abitanti dell'area. In entrambi i casi il coinvolgimento comporta la proposizione di simulazioni che mirano a legittimare le proprie posizioni attraverso elaborati che enfatizzano solo particolari punti di vista e non restituiscono, di conseguenza, una plausibile anticipazione della realtà.

Tra gli elementi che contribuiscono ad influenzare il pubblico vi è la presentazione di viste che mettono in luce solo pregi o difetti del progetto e possono essere migliorative rispetto alle condizioni attese, non accurate nel presentare la trasformazione, o possono tralasciare o ignorare punti di vista realmente significativi e rappresentativi per la comprensione degli esiti progettuali. Le conseguenze comportano un'informazione impropria che può generare rappresentazioni contrastanti di uno stesso soggetto che lasciano incertezze sugli effettivi impatti [Bosselmann 1990, p.15]. Questi aspetti non si possono trascurare, soprattutto in presentazioni che si rivolgono ad un pubblico non esperto, dove la traduzione delle rappresentazioni astratte in esiti percettivi non è di immediata lettura e dove è difficile che il pubblico abbia una reale capacità critica rispetto a ciò che gli viene proposto. Ma anche nel caso di simulazioni prodotte in maniera impeccabile il solo fatto che vi siano degli interessi in gioco può dare adito a dubbi rispetto alla loro effettiva affidabilità.

grattacielo Banca Intesa – San Paolo (Torino)

Non è troppo lontana la diatriba sul progetto del grattacielo torinese della Banca Intesa-San Paolo che, secondo gli oppositori, rovinerebbe lo *skyline* di Torino mentre secondo il progettista, Renzo Piano, non lo rovinerebbe affatto. A sostegno della propria teoria il comitato oppositore ha realizzato una cartolina, pubblicata su Repubblica, frutto di un fotomontaggio che ritrae il profilo della città esistente dove, accanto alla Mole Antonelliana, spicca la nuova torre (*fig.43*). In risposta l'architetto genovese ha dichiarato che la torre appare due volte più alta e due volte più grande e, a conferma della propria affermazione, propone quattro elaborazioni grafiche che «rappresentano correttamente il confronto tra la Mole Antonelliana e la torre››[36].

36 . **Banfo**, Davide, "Piano: 'ecco perché il grattacielo non rovina lo skyline di Torino', laRepubblica.it (cronaca), 31.10.2007



43. Schizzi di piano che spiegano perché secondo lui la simulazione degli oppositori non è corretta. Senza la possibilità di verificare puntualmente l'accuratezza delle simulazioni l'effettiva validità rimane in dubbio rispetto ad entrambe le posizioni
[Fonte: Banfo, Davide, "Piano: 'ecco perché il grattacielo non rovina lo skyline di Torino', laRepubblica.it (cronaca), 31.10.2007, www.repubblica.it/2007/10/sezioni/cronaca/grattacielo-torino]

Non è importante chi avesse ragione, entrambi avevano interessi che facevano percepire come poco credibili gli esiti delle simulazioni e lasciavano al pubblico il dubbio sull'effettivo impatto progetto.

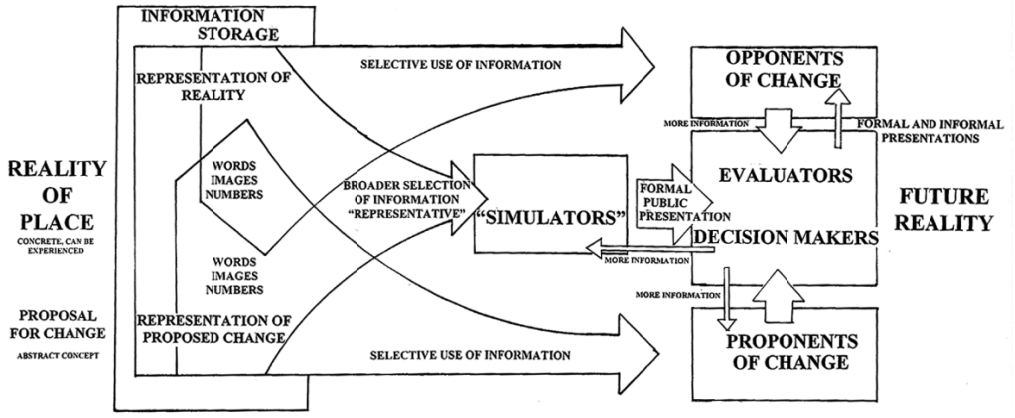
posizione del simulatore

Per questi motivi, e perché il messaggio raggiunga efficacemente il destinatario, è importante che il simulatore non abbia interessi diretti rispetto alle trasformazioni previste, che sia indipendente e non di parte, sia cioè ***neutrale***. È inoltre auspicabile che il simulatore abbia ***competenze specifiche,*** nel campo della simulazione visiva nonché in ambito architettonico/urbanistico; la comprensione del progetto e la sua corretta restituzione sono infatti elementi indispensabili per proporre una corretta informazione[37]. È infatti pre-

37. ‹‹One way to accomplish such a difficult task is to make a distinction between the proposed environment that project planners have designed and the consequent environment that may result.›› [Appleyard et al. 1973, p.15]

feribile che i simulatori non siano semplici disegnatori, ma tecnici (architetti e urbanisti) con una preparazione specifica in materia di simulazione urbana ed edilizia[38]. Il simulatore deve infatti individuare e produrre tutte le simulazioni necessarie per descrivere un luogo nella sua condizione esistente e in quella prevista. È però abbastanza frequente che, quando non soddisfatti o non convinti dagli esiti ritratti, le parti coinvolte (proponenti e oppositori) accusino le simulazioni di non essere fedeli; per questo le simulazioni devono essere passibili di una verifica dell'accuratezza che garantisca la neutralità del simulatore [Bosselmann 1998, p.203].

Peter Bosselmann rielabora il modello di comunicazione proposto da *Donald Appleyard* introducendo il simulatore quale soggetto *super-partes* che dovrebbe garantire una migliore efficacia del processo di comunicazione (*fig.44*).



44. «Design Communication Model»
[Fonte: Bosselmann 1998, p.202]

38. Questo aspetto risulta ancora più importante nel caso di presentazioni che prevedano il solo utilizzo di viste predeterminate, che dovrebbero mostrare tutti gli aspetti urbanisticamente interessanti

Perché il processo sia efficace non è però sufficiente che il simulatore sia neutrale, è infatti altrettanto importante che venga percepito come tale, altrimenti non elude il rischio di risultare comunque poco credibile. Perché ciò non avvenga è utile che chiarisca subito il suo ruolo non solo ai partecipanti delle presentazioni, ma anche agli stessi committenti. A questo proposito è bene che venga evidenziato come lo scopo del lavoro del simulatore sia l'interesse pubblico e che di conseguenza le simulazioni evidenzieranno problematiche e potenzialità del progetto senza compromessi. È indubbio e inevitabile che il simulatore sviluppi la propria opinione, ma per raggiungere gli obiettivi conoscitivi è necessario che venga descritta una visione imparziale degli esiti progettuali. Compito e responsabilità del simulatore è infatti quello di informare, attraverso simulazioni corrette, rimanendo esterno rispetto agli interessi in gioco. Per questo è necessario che non venga coinvolto nel processo di negoziazione e che la sua posizione e credibilità non possano essere messe in discussione né essere pregiudicate [Bosselmann 1990, p.15, 1993, p.19, 1998, p.201].

Questi requisiti rendono le università e i laboratori di simulazione urbana luoghi privilegiati nella realizzazione delle simulazioni urbanistiche; non a caso la maggior parte delle strutture oggi esistenti nel mondo sono di questo tipo. Le università, quali luoghi privilegiati della cultura, sono e vengono più facilmente percepiti quale struttura indipendente al di sopra delle parti che lavora nell'interesse collettivo.

3. Varietà tipologica delle simulazioni

Il capitolo propone una classificazione delle diverse tipologie di simulazione in funzione delle possibilità di visualizzazione che garantiscono. Il quadro che ne emerge è stato organizzato in una ***matrice riassuntiva*** *(figg.45-46), riportata di seguito, che costituisce un riferimento sintetico dei contenuti del capitolo. Questo quadro consente una lettura d'insieme delle diverse tipologie di simulazione oggi utilizzate in ambito architettonico e urbanistico. Le diverse tipologie vengono articolate in prodotti e organizzate rispetto alle tecniche usate per realizzarli. La descrizione puntuale degli elementi viene sviluppata nel testo, dove pregi e difetti peculiari di ogni tipologia vengono messi in evidenza. Questa ricognizione favorisce da un lato una lettura critica generale e dall'altro assiste le scelte in senso applicativo. Comprendere le specificità di ogni simulazione consente un uso mirato e più efficiente definito in funzione delle reali esigenze conoscitive, del tipo di trasformazione prevista, delle risorse disponibili, del momento del processo in atto e del relativo approfondimento, consentendo di individuare con più facilità sinergie attuabili tra le diverse tipologie di simulazione per rispondere appropriatamente a diversi scopi comunicativi.*

Questa ricostruzione non pretende e non ha lo scopo di presentare una sintesi esaustiva, ma piuttosto propone una prima ricognizione dei diversi approcci oggi utilizzati in ambito professionale e accademico per restituire una visione d'insieme. L'intensificazione della ricerca scientifica in questo campo e la moltiplicazione dei laboratori di simulazione urbana suggeriscono l'utilità di una ricognizione sistematica che consenta una lettura trasversale alle diverse esperienze. Si propone qui un primo sforzo in questo senso, partendo dalla considerazione che uno sguardo unitario possa aiutare ad evidenziare possibili sinergie e interazioni tra le diverse tipologie per una comunicazione e una comprensione più efficace dei progetti urbani in funzione di scelte informate e consapevoli.

TIPOLOGIA

percezione statica

visualizzazione bidimensionale

vis.tridiimensionale

TIPOLOGIA DI SIMULAZIONE

immagini singole

immagini

TECNICA

IMMAGINE SEMPLICE

IMMAGINE COMPOSITA

(sovraimpressione)

(stereoscopia)

render

<-- Yonsei University of Seoul, workshop at 3° EAEA conference, 1997, Delft, (NL)

render su foto dell'esistente

<-- Matalasov et al, "International Educational "Virtual Collectives" and Potential Collaboration in Video Computer Simulation for Perception of Educational Urban Design and Architectural Projects, Computer Graphics & Geometry, Vol.6, No.1, Spring 2004

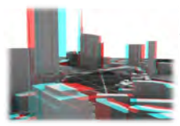
foto da maquette

<-- Rostov State Architectural Institute, workshop at 3° EAEA conference, 1997, Delft, (NL)

foto da maquette su foto dell'esistente

<-- Schmidt, J. Alexander, "Appropriate 3d-Environmental Simulation Techniques. The Ruhrallee Tunnel Road Experience", EAEA Conference (6th), Bratislava (Slovak Republic), 2003

La simulazione stereoscopica può essere prodotta con le stesse tecniche dellle immagini singole ma è formata da due immagini parzialemente sovrapposte che presentano prospettive leggermente differenti che riproducono la visione binoculare. La percezione della profondità è generalmente garantita da occhiali paticolari che consentono di vedere le due prospettive 'riunificate' in un'immagine che consente di percepire la profondità



<-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti [Politecnico di Milano, dip. DiAP, Milano, Italia]

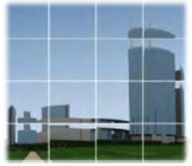
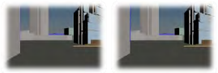
45-46. Matrice sinottica

percezione dinamica

visualizzazione bidimensionale

visualizzazione tridimensionale

IMMERSIVITÀ

	IMMAGINE SEMPLICE	IMMAGINE COMPOSITA (sovraimpressione)	IMMAGINE COMPOSITA (mosaicatura)	IMMAGINE COMPOSITA (stereoscopia)	PANORAMICA	SFERICA
immagini multiple		*la sovraimpressione realizzabile con le stesse techniche delle immagini singole (render su foto dell'esistente - foto da maquette su foto dell'esistente - foto da maquette su foto dell'esistente) ma di dimensioni tali da permettere all'osservatore di scorrere lo sguardo sulla simulazione (v. mosaicatura)*	immagini multiple  <-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti (Politecnico di Milano, dip. DiAP)	*le immagini multiple stereoscopiche si realizzano con le stesse techniche delle immagini singole ma di dimensioni tali da permettere all'osservatore di scorrere lo sguardo sulla simulazione (v. mosaicatura)*	simulazione statica - osservazione dinamica <-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti [Politecnico di Milano, dip. DiAP, Milano, Italia] osservazione puntuale <-- Biennale di Architettura, Padiglione Tedesco, Venezia, 2004 osservazione nello spazio	foto da maquette sul contesto reale <-- Burden, E., *Design Simulation* , 1985, p.133
immagini in sequenza	render <-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti (Politecnico di Milano, dip. DiAP)  foto da maquette <-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti (Politecnico di Milano, dip. DiAP)	render su foto dell'esistente <-- Environmental Simulation Laboratory (University of California, Berkeley) foto da maquette su foto esistente *si realizza con le stesse tecniche di sovraimporessione tra render e foto dell'esistente, ma è un metodo meno utilizato*	immagini multiple in sequenza *la mosaicatura si realizza con le stesse tecniche delle immagini singole ma si apllica a più immagini sequenziali*	immagini in sequenza stereoscopiche *la stereoscopia si realizza con le stesse tecniche delle immagini singole ma su più immagini sequenziali*	simulazione statica - osservazione dinamica *le modalità di presentazione ricalcano quelle per le immagini multiple*	
video	render video <-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti (Politecnico di Milano, dip. DiAP) da maquette <-- Laboratorio di Simulazione, Ginza (Giappone) <-- Duisburg Simlab (University of Duisburg-Essen, Germania)	rendere video su video dell'esistente <-- Laboratorio di Simulazione Urbana e Valutazione dei Progetti (Politecnico di Milano - DiAP) video da maquette su video dell'esistente *si realizza con le stesse tecniche di sovraimpressione tra render e video dell'esistente, ma è un metodo meno utilizato*	videoripresa multipla <-- University of North Carolina, Chapel Hill and University of Kentucky	video stereoscopico <-- University of North Carolina, Chapel Hill and University of Kentucky	simulazione dinamica - osservazione dinamica <-- Ohno et al "Development Of A Portable Virtual-Reality System For Disaster Education", EAEA conference 2007 [Tokyo Inst. of Technology, Japan]	D-vision (multi-proiezione) <-- Ryu, J. et al "Multi-Projection Display System D-Vision For Architectural Design Evaluation" CAADRIA conf., 2004 [Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Inst. of Technology, Japan] video da maquette con HMD <-- Tokyo Ins. of Technology
VR (Realtà Virtuale) AG (Augmented Reality)	modello virtuale <-- VR Centre for the Built Environment (University College London)	modello digitale su esistente modello digitale su *maquette* <-- www.t-immersion.com		modello stereoscopico *la stereoscopia è una della caratteristiche di Virtual e Augmented Reality*	simulazione dinamica - osservazione dinamica (i-CONE™) <-- Matveyev 2007	HMD (Head-mounted display) <-- enciclopedia Encarta online (2008.09.15) Cave™ <-- Matveyev 2007

3.1. SIMULAZIONI STATICHE E SIMULAZIONI DINAMICHE

«Most static simulation images will, strictly speaking, be somewhat unrepresentative because it is virtually impossible to view an actual scene without some sort of motion in the observer on the landscape (or both)›› [Sheppard 1989, p.67]

CLASSIFICAZIONE

In ambito urbanistico vengono utilizzate diverse ***tipologie di simulazione*** visiva. Queste possono essere realizzate sia con ***tecnologia analogica*** che ***digitale***. Ogni tecnologia lavora attraverso ***strumenti dedicati*** che influiscono in modo determinante sulla resa finale delle simulazioni. Immagini catturate con la macchina fotografica, ad esempio, consentono una restituzione difficilmente eguagliabile da *software* di renderizzazione, per quanto i prodotti di ultima generazione, sviluppati in ambienti che sfruttano una grafica avanzata come quello cinematografico o dei giochi virtuali, fanno intuire come il confine sia destinato ad assottigliarsi progressivamente.

Indipendentemente dalle tecnologie impiegate le simulazioni vengono generalmente distinte in due grandi classi: ***statiche*** e ***dinamiche***. Tradizionalmente sono le caratteristiche stesse della simulazione a determinare l'appartenenza all'una o all'altra categoria. Secondo questo approccio un'istantanea va catalogata come statica, un video come dinamico. Nella simulazione percettiva, però, la ***modalità di visualizzazione*** risulta chiave nel richiamare l'esperienza visiva dell'ambiente urbano. Per questo motivo viene qui proposta una classificazione che distingue le simulazioni tra quelle che consentono

una ***visualizzazione***[39] ***statica*** e quelle che consentono una ***visualizzazione dinamica*** degli ambienti rappresentati. Come vedremo non tutte le istantanee saranno così da considerarsi statiche.

Un'altra importante distinzione vede le simulazioni divise in ***bidimensionali*** e ***tridimensionali***. Anche in questo caso una simulazione che lavora sulla percezione suggerisce una classificazione diversa da quella tradizionale. Verranno così distinte le simulazioni che consentono una ***percezione bidimensionale*** da quelle che permettono una ***percezione tridimensionale***. Questa scelta nasce dalla considerazione che non vi è sempre una correlazione diretta tra le caratteristiche fisiche del supporto della simulazione e la percezione spaziale degli elementi rappresentati. Un modello digitale 3D viene normalmente classificato come tridimensionale, e in effetti, lavorando virtualmente nello spazio sugli assi x,y e z non può non essere considerato tale; ma la sua modalità di visualizzazione a monitor consente unicamente una visione prospettica che non può garantire una effettiva percezione della profondità. Al contrario alcune tecniche, come la stereoscopia, consentono una percezione realistica della tridimensionalità pur avvalendosi di supporti bidimensionali. Ciò non toglie, ovviamente, che vi siano simulazioni 2D che restituiscono una percezione bidimensionale e simulazioni tridimensionali che restituiscono una percezione volumetrica.

È importante distinguere tra le caratteristiche proprie della simulazione e le relative modalità di visualizzazione perché queste ultime possono collaborare in maniera determinante a garantire un senso di coinvolgimento e immedesimazione dell'osservatore nel contesto rappresentato. Quando è possibile interagire con una scena replicando le modalità di osservazione in modo rea-

39 . Per brevità il termine 'visualizzazione' verrà di seguito omesso e si farà semplicemente riferimento a *simulazione statica* e *simulazione dinamica* (invece di *simulazione a visualizzazione statica* o *simulazione a visualizzazione dinamica*)

listico la simulazione percettiva risulta più efficace e viene agevolata la comprensione.

SIMULAZIONE STATICA

Rispetto alla classificazione proposta le ***simulazioni statiche*** sono le più semplici da realizzare, ma ricalcano meno efficacemente il modo in cui viene osservata la realtà. Questo non esclude la loro utilità, che è resa tanto più evidente dal fatto che generalmente si producono in breve tempo e a costi ridotti.

Le simulazioni statiche sono un'istantanea della trasformazione, dilatano infinitamente un momento permettendo di apprezzarne ogni aspetto da un singolo punto di vista. Questa possibilità, che le allontana dalla percezione comune dello spazio, rende utile questa tipologia per studiare punti notevoli che dalla città guardano al progetto e viceversa e per soffermarsi sulle relazioni tra gli elementi da quell'angolazione.

Se si vuole riprodurre correttamente una scena è necessario che la simulazione venga osservata da una distanza, una dimensione e una qualità tali da consentire una percezione analoga a quella in scala reale (*v.cap 2.2*). Come è stato detto la distanza di osservazione è importante per comprendere correttamente le proporzioni di uno spazio, mentre la dimensione della simulazione e la qualità delle immagini influiscono direttamente sulla possibilità di cogliere i particolari.

SIMULAZIONE DINAMICA

Nel rendere un unico punto di vista la simulazione risulta poco efficace nel presentare l'ambiente come lo si osserverà realmente. Per questo le ***simulazioni dinamiche*** sono quelle che indubbiamente, rispetto al tema della percezione, rivestono il maggior interesse in urbanistica. La possibilità di usufruire di una visualizzazione che riproduce lo scorrere del tempo consente una più completa percezione dell'ambiente previsto.

La scelta di definire le simulazioni come dinamiche in funzione del rapporto simulazione-osservatore[40] è dettata dalla considerazione che un'interazione fisica che rispecchia quella reale consente un maggior grado di immedesimazione nella scena rappresentata, facilitando la comprensione.

La modalità che utilizziamo per conoscere uno spazio è di tipo dinamico. L'osservazione è legata al movimento degli occhi, della testa e del corpo ed è influenzata dalla conformazione dello spazio stesso [Sarradin 2007, p.841][41]. La percezione dello spazio cambia quindi in funzione della posizione del soggetto, della direzione dello sguardo, della velocità con cui ci si muove. Se ci si muove camminando, ad esempio, si è in grado di cogliere alcuni dettagli che non potrebbero essere percepiti se ci si muovesse su un automobile in corsa. La possibilità di osservare con agio gli elementi che si incontrano lungo un percorso dipende infatti dalla velocità del soggetto in movimento, ed eventualmente da quella degli altri elementi che compongono la scena. La

40. ‹‹Ogni bambino impara a scuola che il movimento è qualcosa di relativo che si può percepire soltanto in rapporto a un punto di riferimento. Ma non tutti riescono a convincersi che questo principio vale praticamente per ogni percezione e quindi per ogni rapporto dell'uomo con la realtà. Ricerche sul cervello e sugli organi sensori hanno dimostrato in modo decisivo che possiamo percepire soltanto le relazioni e i modelli delle relazioni in cui si sostanzia la nostra esperienza. Se con un espediente blocchiamo il movimento dell'occhio in modo che la stessa immagine continui ad essere percepita dalle stesse zone della retina non si può più avere una chiara percezione visiva. Analogamente, è difficile percepire un suono costante e regolare; è anzi probabile che il suono diventi del tutto impercettibile. Se vogliamo farci un'idea della durezza e della trama di una superficie non basta metterci sopra un dito bisogna farlo scorrere avanti e indietro, perché se non lo muoviamo non possiamo ricevere nessuna informazione utile, fuorché forse la temperatura che d'altronde dipenderebbe della differenza esistente tra la temperatura dell'oggetto e quella del dito. Possiamo fare molti altri esempi, ma tutti confermerebbero che in qualche modo le percezioni implicano un processo di cambiamento, movimento, o scansione (*). In altre parole, sulla base di prove estremamente ampie, è stato possibile stabilire e astrarre una relazione che a nostro parere è identica al concetto matematico di funzione. Ne consegue che la sostanza delle nostre percezioni non è costituita da cose ma da funzioni›› [Watzlawick, Paul, Beavin, Janet Helmick, Jackson, Don D., [1997], Pragmatica della comunicazione umana. Studio dei modelli interattivi delle patologie e dei paradossi, Astrolabio, Roma, p.21]](*) Ruesch, Jurgen, Bateson, Gregory, (1952) "Communication: The social Matrix of Psychiatry", New York, W.W. Norton & Company]

41. ‹‹When applied to the perception of urban environments, motion perspective appears to be intrinsically dependent on the movement of the observer (speed, orientation, turns, and so on) and the nature of the environment (complexity, structure, morphology).›› [Sarradin 2007, p.841]

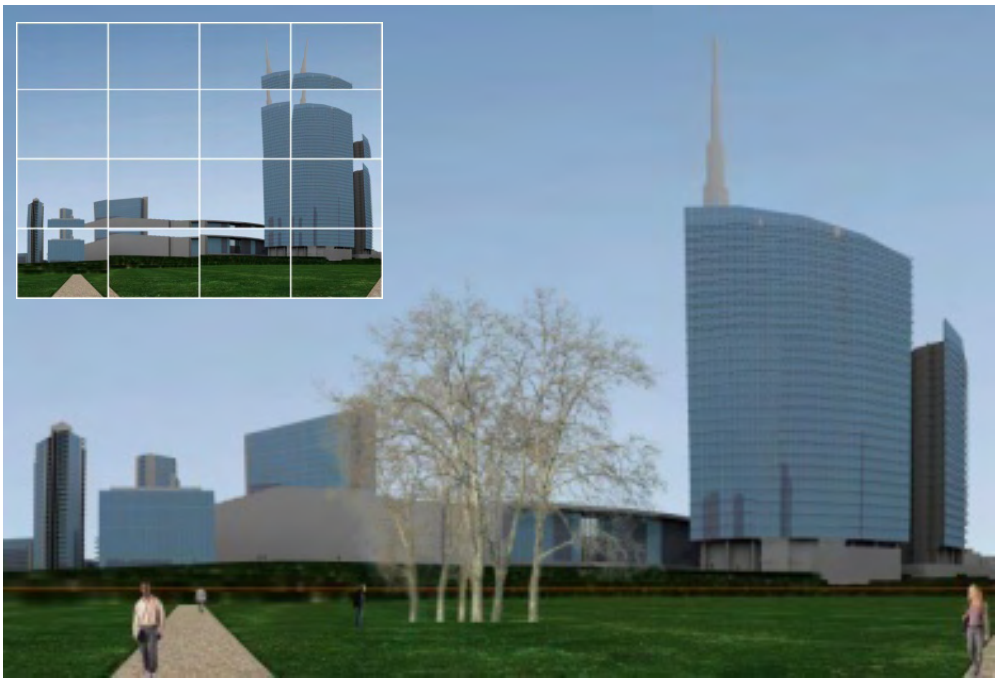
posizione dell'osservatore in un ambiente determina cosa è incluso nel campo visivo e cos'è in primo piano, quindi cos'è visibile in modo più definito. Più ci si allontana dal primo piano più gli elementi vengono percepiti con minor nitidezza.

modalità di dinamismo

Esistono due modalità di dinamismo nella simulazione, quello della scena e quello dell'osservatore; quest'ultimo, ovviamente, è più coinvolgente e in questo modo consente una maggior immedesimazione nell'ambiente rappresentato [Appleyard 1976, p.69][42]. A partire da questa distinzione è possibile distinguere tre tipologie principali di simulazioni dinamiche: quelle che vedono la ***dinamicità del solo osservatore***, quelle che vedono la ***dinamicità della sola simulazione*** e quelle che vedono la ***dinamicità contestuale di osservatore e simulazione***, che è quella che meglio riproduce l'esperienza conoscitiva di uno spazio.

La ***dinamicità del solo osservatore*** può consentire diversi gradi di libertà riferibili al movimento degli occhi, della testa e del corpo. La simulazione è in se stessa statica ed è l'osservatore a muoversi rispetto ad essa. L'ampiezza della simulazione può garantire una visualizzazione dinamica di tipo *puntuale* oppure un'osservazione dinamica *nello spazio.* Nel primo caso è possibile scorrere lo sguardo sulla scena da un unico punto di vista (*fig.47*), nel secondo caso l'utente può fornire della simulazione spostandosi nello spazio (*fig.48*).

42. ‹‹Two kinds of movement contribute to this sense of realism. First, there is the animation of the scene. […] Second, a sense of personal movement within a scene is immediately engaging to a viewer, who begins to feel like a participant rather than an observer.›› [Appleyard 1976, p.69]



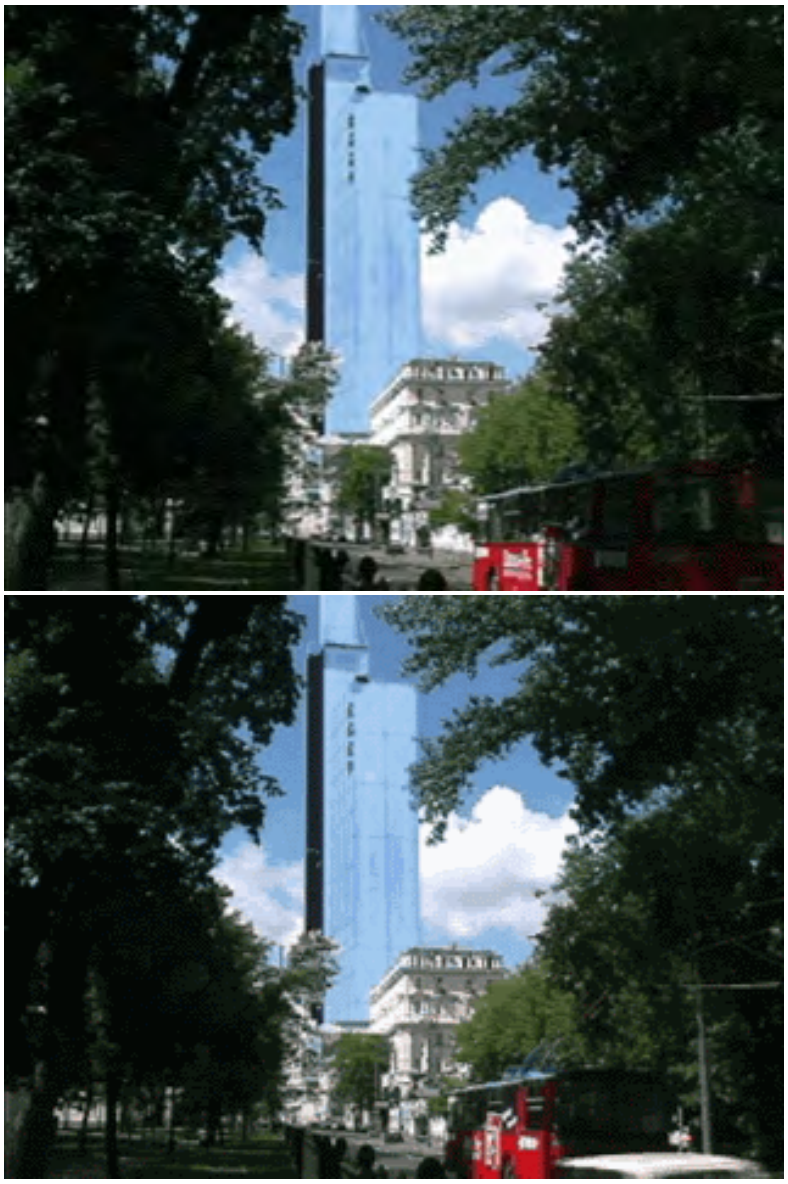
47. Simulazione di una vista del progetto Garibaldi Repubblica a Milano dal centro della Biblioteca degli Alberi. Osservata dalla corretta distanza la simulazione consente un'osservazione dinamica puntuale che ricalca quella che sarà necessaria per visualizzare l'intero progetto. Nel riquadro in alto a sinistra vengono esemplificati con i riquadri i movimenti della testa necessari per osservare interamente l'edificio di progetto dal punto di vista.
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

48. Simulazione statica e osservazione dinamica nello spazio; gli utenti hanno la possibilità di osservare la simulazione scorrendola con lo sguardo e muovendosi nello spazio.
[Fonte: Biennale di Architettura, Padiglione Tedesco, Venezia, 2004; foto di *Barbara E.A. Piga*]

La ***dinamicità della sola simulazione*** può essere di due tipi; in un caso la simulazione è costituita da un'unica vista di un ambiente in cui si può percepire lo scorrere del tempo, in questo caso sarà ad esempio possibile vedere lo scorrere del sole e il movimento delle persone (*fig.49*). Nell'altro la simulazione propone la visuale di un soggetto in movimento nello spazio, in questo modo si verrà data l'illusione all'osservatore (fermo) di muoversi nello spa-

zio. Questo espediente, che vede l'inversione del movimento tra osservatore ed elementi osservati, consente di 'visitare' in spazi relativamente piccoli grandi porzioni di città (*fig.50*).

La ***dinamicità contestuale di osservatore e simulazione***, infine, consente di convogliare i due differenti modelli di dinamismo sopra elencati per farli convivere in un'unica simulazione, rendendo la simulazione stessa più realistica.



49. Fotogrammi di una simulazione dinamica da un punto di vista
[Fonte: *Moscow Architectural Institute* (*MARCHI*)]

50. Fotogrammi di un video realizzato da modello 3D digitale
[Fonte: *Urban Simulation Team* (*University of California Los Angeles – UCLA*)

Le caratteristiche delle simulazioni dinamiche risultano di grande interesse nella comprensione di ambienti previsti e le rendono in questo senso vincenti rispetto alle simulazioni statiche [Appleyard 1976, p.69][43]. Inoltre consentono di richiamare la memoria dei luoghi in maniera più efficace, perché il modo in cui ricordiamo lo spazio fisico è generalmente legato ad una rete di spazi piuttosto che un unico momento cristallizzato. La peculiari possibilità comunicativa vengono però influenzate dalle modalità di fruizione (visualizzazione e interazione) associate alla simulazione (*v.cap.3.3*).

43. ‹‹The movement through a scene also appears to direct attention to quite different aspect of the environment than static images.›› [Appleyard 1976, p.69]

3.2. TRASVERSALITÀ DELLE TECNICHE

«A recurring problem when making contextual models, digital as well as physical, is the job to collect the right basic information›› [Stellingwerff 2007, p.1]

Rispetto alle diverse tipologie di simulazione alcune ***tecniche*** sono trasversali e possono essere impiegate sia con tecnologie analogiche che digitali. È possibile adoperarle per realizzare ***simulazioni semplici***, create cioè utilizzando un solo strumento è un'unica tecnica, come avviene per i *render (fig.51)*, o per produrre ***simulazioni composite***, realizzate con strumenti e tecniche diverse, come per i fotomontaggi (*fig.52*).

51. Render della ricostruzione virtuale di Los Angeles
[Fonte: www.ust.ucla.edu (12.01.2009); *Urban Simulation Team* (*University of California Los Angeles - UCLA*)]

52. Fotomontaggio realizzato sovraimponendo una fotografia endoscopica di una maquette (nel riquadro in alto a sinistra e sulla destra nell'immagine grande) a quella del contesto esistente (sulla sinistra nell'immagine grande)
[Fonte: Schmidt 2003, p.40]

Simulazioni analoghe possono essere rese con tecnologie e tecniche diverse, che possono anche essere utilizzate in modo combinato per realizzare un unico prodotto. Una simulazione percettiva, come è stato detto, dovrebbe idealmente tendere a rappresentare in modo accurato e verosimile gli esiti fisici di un progetto, ci si potrebbe quindi aspettare un risultato identico indifferentemente dalle modalità di produzione utilizzate, questo, però, non è generalmente verificato. Al contrario gli ***esiti grafici*** delle simulazioni differiscono in funzione della tecnologia e delle tecniche utilizzate e questo è da imputare a diversi motivi, tra questi le caratteristiche di resa peculiari dello strumento dedicato, ma anche le diverse modalità di impiego nonché la capacità personale del simulare nell'adoperarli[44].

44. Se si confronta, ad esempio, una fotografia con un render la differenza di resa è spesso evidente. Anche se esistono studi professionali specializzati capaci di realizzare render con resa paragonabile a quella fotografica, per ottenere questi risultati occorre diverso tempo e i costi sono proibitivi per la maggior parte degli studi di architettura e urbanistica. Le tecniche impiegate sono infatti quelle

SOVRAIMPRESSIONE

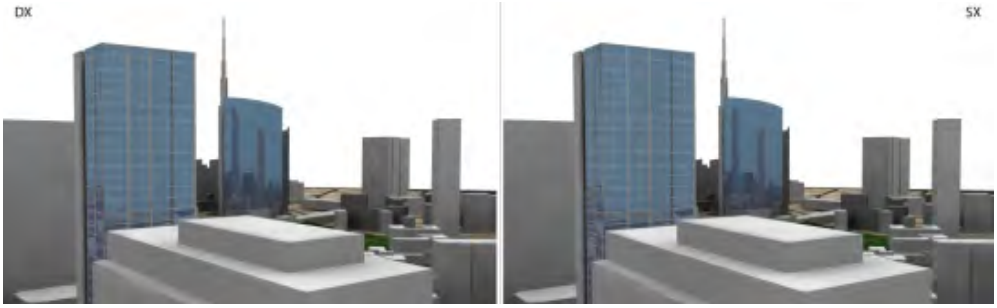
Una tecnica frequentemente impiegata in ambito urbanistico è quella della ***sovraimpressione*** (*fig.53*), che consente, ad esempio, di giustapporre un *render* del progetto ad una foto, o ad un video, del contesto esistente. Questo espediente generalmente consente di ottimizzare i tempi di realizzazione garantendo risultati efficaci. L'effetto realistico della simulazione è garantito dall'immagine fotografica del contesto, ma non bisogna dimenticare che le condizioni al contorno sono quelle esistenti e che non necessariamente coincideranno con quelle future, per altro in qualche caso difficilmente ipotizzabili. Mentre le condizioni climatiche si ripetono facilmente in modo analogo nel tempo e quindi possono credibilmente rappresentare anche una condizione futura, non può dirsi lo stesso per le ombre generate dal progetto sull'edificato esistente e al suolo, né tantomeno per la vitalità dell'area che restituisce la condizione allo stato attuale e non quella indotta dal progetto. La simulazione, infatti, è sempre riferita a un momento specifico, perché le condizioni cambiano costantemente nel tempo; cambiano le stagioni, cambia il clima, la luce, la temperatura, anche nell'arco di una stessa giornata, cambia il modo di vivere gli spazi pubblici, cambia l'aspetto degli edifici (degrado o mantenimento); ci sono momenti simili ma non c'è mai un momento uguale ad un altro. Così se realizziamo una simulazione visiva a partire da una ripresa (foto o video) dell'esistente su cui sovraimporre il progetto, ci sarà ovviamente uno scarto necessario tra la condizione rappresentata e quella futura.

normalmente utilizzate nel cinema, questo dà le proporzioni dell'impegno necessario e spiega perché solo grossi progetti con alle spalle *developer* di rilievo producono di solito questo tipo di simulazioni. Anche utilizzando allo stesso modo uno stesso strumento dedicato gli esiti possono essere differenti, basti pensare ai diversi risultati imputabili alla sola variazione della sensibilità della pellicola, nel caso di tecniche analogiche, o al differente prodotto riferibile all'uso di diversi motore di render per la realizzazione di un simulazioni digitali. Inoltre l'esperienza personale, la capacità tecnica e l'inclinazione 'artistica' del simulatore influiscono necessariamente sul prodotto finale.

53. Fotogrammi estratti da un video che simula l'inserimento del progetto Garibaldi Repubblica (sullo sfondo) visto del contesto milanese esistente (corso Garibaldi) e frutto della sovraimpressione di un video virtuale (progetto) e uno reale (contesto)
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); simulazione realizzata da *Nicola Canzanella* e *Francesco Secchi* per la tesi di laurea triennale *Simulazioni urbane del progetto Porta Nuova: confronto fra tecniche*, relatore prof. *Fausto Curti*, correlatore arch. *Barbara E.A. Piga*, 2009]

STEREOSCOPIA

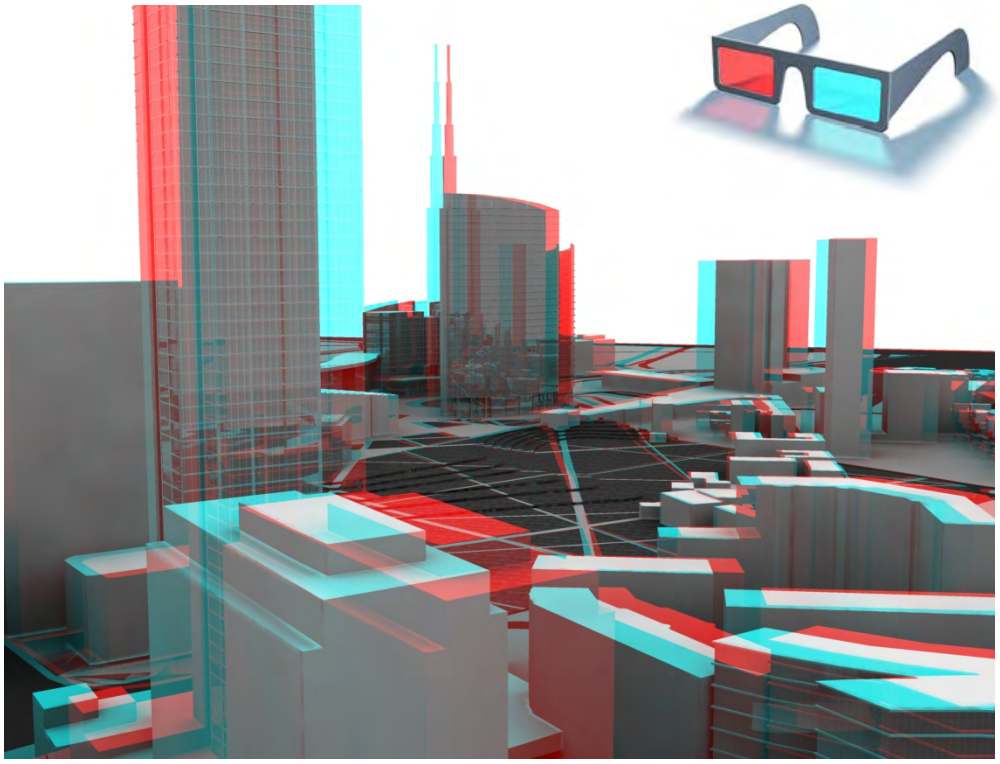
La possibilità che le simulazioni vengano percepite bidimensionalmente o tridimensionalmente dipende dagli strumenti e dalle modalità con cui vengono prodotte, nonché dai supporti di visualizzazione utilizzati per presentarle. Una tecnica, trasversale a più tecnologie, che consente di guardare una simulazione su un supporto bidimensionale avendo la percezione di osservare uno spazio realmente tridimensionale è la ***stereoscopia***. Questo effetto è garantito da due immagini che insieme consentono una visione binoculare o, appunto, stereoscopica. Il metodo base di costruzione è abbastanza semplice e consiste nel realizzare una simulazione composta da due immagini, parzialmente sovrapposte, che ritraggono le due prospettive, tra loro leggermente differenti, che si percepiscono con uno e l'altro occhio (*fig.54*).



54. Immagini prospettiche di una stessa vista percepite dall'occhio destro (che legge l'immagine di sinistra) e dell'occhio sinistro (che legge l'immagine di destra).
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

La fusione delle due viste piane in una che renda la percezione della profondità è di norma garantita da particolari occhiali che consentono la visione stereoscopica. Il tipo di supporto di visualizzazione determina la modalità di realizzazione della simulazione. Il metodo più semplice vede l'impiego di occhiali con lenti di diverso colore per ciascun occhio (blu e rosso o verde e rosso); in questo caso le due prospettive sovrapposte verranno realizzate con una dominante analoga a quella della lente attraverso cui vengono osservate (*fig.55*).

Metodi più raffinati vedono invece l'impiego di occhiali polarizzati o ad otturatori meccanizzati che consentono di osservare correttamente la simulazione e che danno la possibilità di ottenere una miglior qualità della simulazione. Questa tecnica è stata ad esempio impiegata per l'esposizione pubblica del progetto Garibaldi Repubblica presso dalla Fondazione Catella (*fig.56*).



55. Anaglifo: simulazione stereoscopica del progetto Garibaldi Repubblica a Milano e occhiali per una corretta visualizzazione dell'immagine
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

56. Presentazione interattiva stereoscopica del progetto Garibaldi Repubblica a Milano
[Fonte: esposizione presso la *Fondazione Riccardo Catella* a Milano (08. 10. 2008); foto di *Barbara E.A. Piga*]

Vi sono alcuni schermi di ultima generazione, definiti auto-stereoscopici, che non necessitano di particolari strumenti di visualizzazione da indossare per rendere l'immagine tridimensionale; ma questi prodotti, che sfruttano metodi olografici, non riescono (ancora) a rendere una elevata qualità dell'immagine. È però plausibile supporre che nei prossimi anni vi saranno interessanti sviluppi in questa direzione e che l'uso di immagini stereoscopiche diventerà di utilizzo comune per diverse tipologie di applicazioni[45].

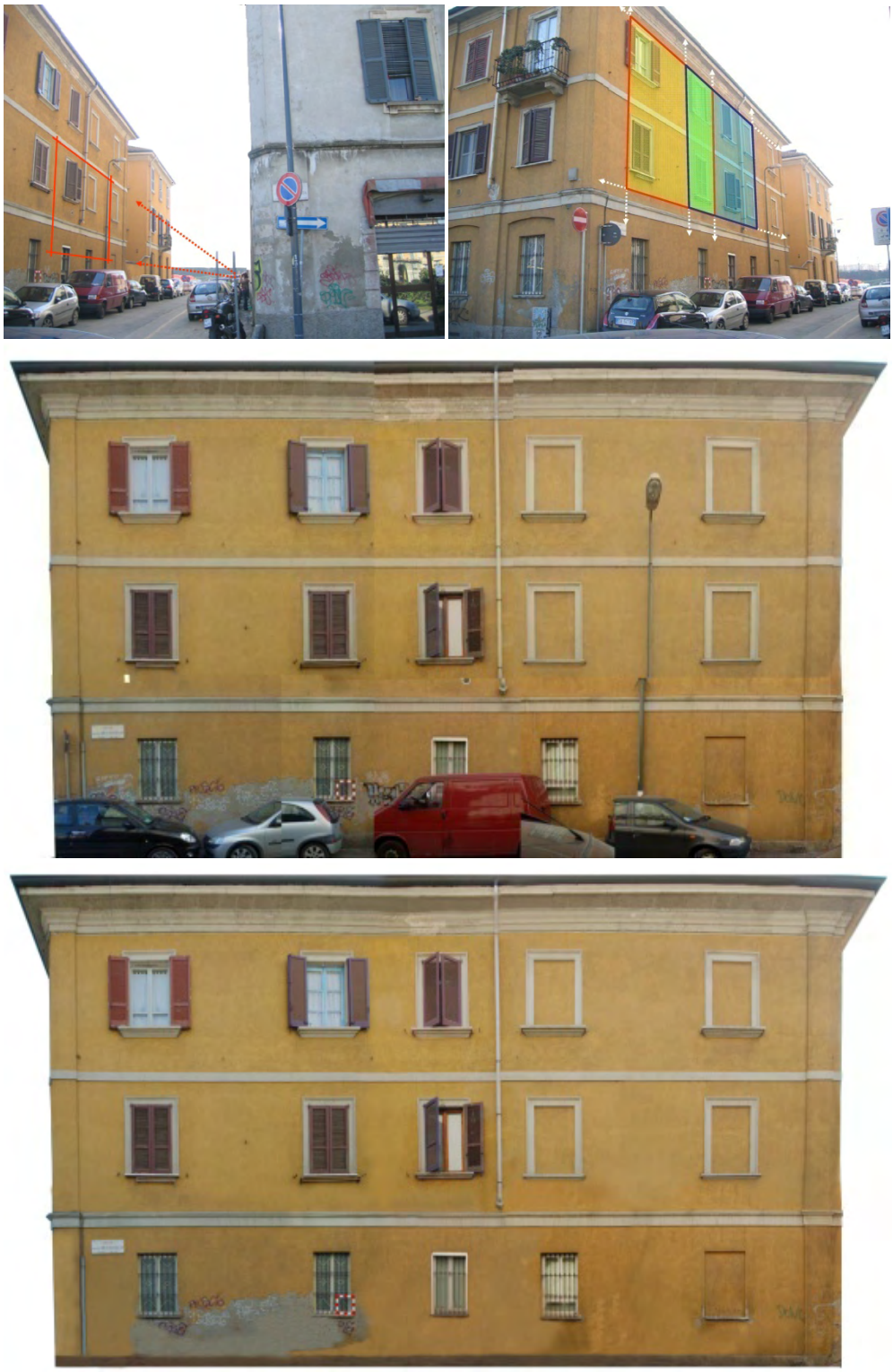
MOSAICATURA

Per la costruzione di simulazioni composite realizzate con più immagini la tecnica normalmente impiegata è quella della ***mosaicatura***. Le riprese vengono realizzate per parti che vengono poi composte per formare un'unica immagine in postproduzione. In questa fase è anche possibile correggere le leggere differenze d'illuminazione che distinguono un'immagine dall'altra per rendere la simulazione omogenea. In questo modo è possibile realizzare in modo corretto simulazioni di grandi dimensioni svincolate formato di ripresa (*fig.57*).

Questo stesso metodo viene frequentemente impiegato per rendere porzioni di città in modo fotorealistico. In questi casi infatti si realizza una ***ricostruzione fotografica delle facciate*** che possono essere applicate sia a modelli digitali che fisici. Questa modalità richiede la ripresa diretta dei fronti e una mosaicatura delle immagini in postproduzione, generalmente realizzata grazie a *software* dedicati[46].

45 . È ad esempio il caso di alcune attrezzature mediche a controllo remoto che si stanno muovendo in questa direzione con evidenti vantaggi

46 . Prima dell'utilizzo diffuso del computer questa tecnica veniva realizzata interamente in modo analogico; le immagini su pellicola venivano corrette in camera oscura per poi essere stampate e montate



57. Processo di ripresa (in alto) e ricostruzione (in basso) dei fronti urbani
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga*]

Nel caso di simulazioni alla scala microurbana l'accuratezza richiesta consente una correzione delle linee cadenti di tipo geometrico e non analitico, metodo quest'ultimo impiegato per studi di dettaglio. Questo semplifica il processo di restituzione e non richiede competenze specializzate; i programmi che si possono utilizzare sono infatti gli stessi che consentono la costruzione di panoramiche con le macchine fotografiche digitali di tipo amatoriale. A seguito della grande diffusione di questi prodotti, i *software* in dotazione hanno raggiunto una semplicità tale da consentirne un uso pressoché intuitivo. L'alta automazione di questi programmi velocizza il processo e riduce gli sforzi. Più complessa è invece l'eventuale pulizia e parziale ricostruzione delle facciate da elementi, quali automobili o alberature, che non si possono evitare di riprendere durante il rilievo. Nonostante il processo di produzione di una singola facciata non sia particolarmente impegnativo, la restituzione di un ambiente urbano mediamente ampio richiede un grande impegno. Si stanno però sviluppando delle tecniche che consentiranno di velocizzare l'intero processo. Alcune di queste associano la ripresa fotografica con *laser scanner*[47] capaci di memorizzare e restituire modelli digitali tridimensionali. L'utilizzo sempre più frequente di tipologie di simulazioni fotorealistiche ha anche portato alcune compagnie a commercializzare ricostruzioni di intere città. Solo in Italia sono già in vendita ricostruzioni di Napoli, Roma e Milano.

47. Questi strumenti, che lavorano per nuvole di punti, consentono ricostruzioni 3D degli ambienti realizzate attraverso riprese al suolo o aeree; inoltre consentono una ripresa fotografica integrata che viene automaticamente georeferenziata rispetto ai punti individuati, consentendo una fedele ricostruzione dell'ambiente urbano reso fotograficamente

3.3. MODALITÀ DI VISUALIZZAZIONE

3.3.1. IMMERSIVITÀ

«As the eyes of the viewer wander across the canvas, the picture places the viewer in the scene. The viewer appears to be part of the picture because with every move of the eyes, a correct perspective is seen›› [Bosselmann 1998, p.9]

Nel campo della simulazione il termine ***immersivo*** viene spesso riferito ad una simulazione avvolgente perché, come per altri tipi di classificazione, si definisce la simulazione in se stessa. Rispetto alla simulazione percettiva, però, l'immersività è piuttosto da riferirsi al tipo di coinvolgimento che può garantire rispetto alla percezione di essere 'immersi' nell'ambiente simulato. Questa sensazione è data dalla possibilità di vedere esclusivamente ciò che è rappresentato e non il contesto di presentazione, esattamente come avverrebbe stando sul posto. Si preferisce quindi definire immersiva quella simulazione che quando osservata colma o è superiore al campo visivo. Questa possibilità dipende dalla dimensione della simulazione in rapporto alla distanza di visualizzazione. Non tutte le simulazioni sono completamente immersive, esistono piuttosto diversi livelli di immersività.

REALIZZAZIONE DI SIMULAZIONI IMMERSIVE

Se riprese in maniera corretta, cioè con ottiche che consentono di restituire un corretto dimensionamento e una corretta distanza tra gli elementi rappresentati, le simulazioni che si avvalgono di una singola immagine non possono essere immersive perché l'angolo di campo è inferiore al campo visivo umano (*v.cap.2.2*). Si ricorda come la corretta proporzione dei rapporti che

legano simulazione e osservatore sia importante perché la valutazione degli ambienti urbani dipende dalle distanze egocentricamente percepite [cit di Hall 1996 in Franz et Al. 2008, p.588]. Così le simulazioni immersive dovrebbero essere realizzate a partire da una mosaicatura di più immagini, siano queste su base fotografica (*fig.58*) o su video (*fig.59*), per rendere correttamente un ambiente.

Simulazioni che eccedono il campo visivo consentono una visualizzazione dinamica indirizzata dalla visione periferica. Questo dà la possibilità di percepire complessivamente uno spazio e di apprezzarne quelle caratteristiche che contribuiscono a definire l'esperienza della città [cit. di Danahy 2001 in Bishop at al. 2005, p.13]. Questa modalità consente quindi di sentirsi parte della scena rendendo la simulazione percettiva più efficace e coinvolgente [Appleyard 1976, p.67][48]. Una qualità dell'immersività è appunto quella di consentire un coinvolgimento attivo dell'osservatore.

La dimensione della simulazione determina la scelta del ***supporto***. Viste con angolo superiore ai 60° necessitano di un sostegno concavo per non presentare distorsioni [Appleyard 1976, p.67. Questo acuisce il senso di coinvolgimento e di immedesimazione nell'ambiente (*fig.60*).

48. ‹‹The perceptual size of the image is crucial. If the viewer moves within a certain range of an image where the angle subtended to the eye is over 60°, he becomes involved and the image appears more realistic.›› [Appleyard 1976, p.67]

58. Mosaicatura di più fotografie che descrivono un ambiente urbano
[Fonte: Hockney, David, In Place Fürstenberg, Paris, August, 7,8,9, 1985]

59. Fotogramma estratto da un video composto da una mosaicatura di quattro videoriprese sincrone realizzate grazie ad una strumentazione ad hoc (in alto a sinistra)
[Fonte: *University of North Carolina, Chapel Hill and University of Kentucky*]

60. Simulazione e osservazione dinamica: lo sguardo può scorrere l'immagine ed è possibile ruotare su se stessi per osservare la scena. La tecnica qui utilizzata è quella dell'i-CONE™ (sviluppata a partire dal CAVE™ , da cui è anche stata sviluppata la D-vision)
[Fonte: Matveyev 2007, p.3]

LIVELLI DI IMMERSIVITÀ

Le caratteristiche del supporto permettono differenti modalità di interazione; stampe di grande formato, schermi panoramici, proiezioni semplici o multiple e *Head Mounted Display* (*HDM*), cioè caschi con visori interni generalmente utilizzati per la *Virtual Reality*, sono tutti supporti che garantiscono diversi livelli di immersività.

I primi esempi di visualizzazioni di tipo panoramico risalgono alla fine del settecento; il termine panorama fu coniato dal pittore irlandese *Robert Barker* (1739-1806) nel 1772 per designare un suo dipinto rappresentato su una superficie semi-cilindrica; lo spettatore doveva collocarsi al centro per poter vedere dinamicamente la scena che si sviluppava su 3,25 metri. Nonostante esistessero altri dipinti di grandi dimensioni quello di *Barker* era il primo esempio in cui era stata utilizzata una tecnica di manipolazione della prospettiva che consentiva una esperienza immersiva.

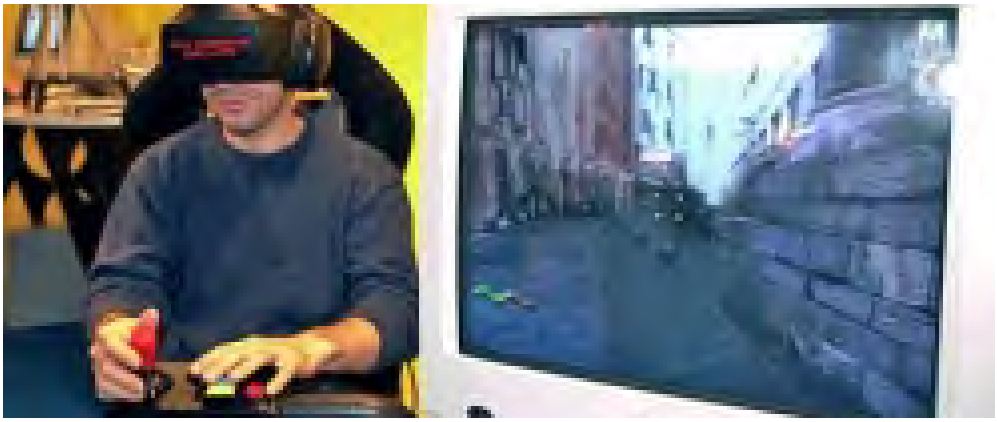
Le simulazioni possono consentire differenti ***livelli di immersività***. Quando si osserva dinamicamente la scena simulata l'interazione è attiva e diretta,

ma le ***modalità di interazione*** possono essere diverse e più o meno efficaci nel replicare le modalità di fruizione dell'ambiente simulato.

Quando ci si avvale di immagini fisse (*v. dinamicità del solo osservatore, cap.1.-1962932830*) il miglior risultato è ottenibile con mosaicature di grandi dimensioni (*fig.61*). In questo caso è infatti possibile muoversi autonomamente nello spazio e scorrere lo sguardo sulla scena vivendo un'esperienza simile a quella che si sperimenterebbe camminando nel luogo.

61. Simulazione statica che consente un'osservazione dinamica. Nell'immagine la scena urbana è simulata mentre la persona è reale.
[Fonte: Biennale di Architettura, Padiglione Tedesco, Venezia, 2004. Foto di *Barbara E.A. Piga*]

62. Immagini e osservazione dinamica. Le dimensioni dello schermo panoramico, relazionate alla distanza di osservazione, consentono di scorrere lo sguardo sul video proiettato
[Fonte: Ohno et al., 2007, "Development Of A Portable Virtual-Reality System For Disaster Education", *8° EAEA conference*. (Tokyo Institute of Technology)]



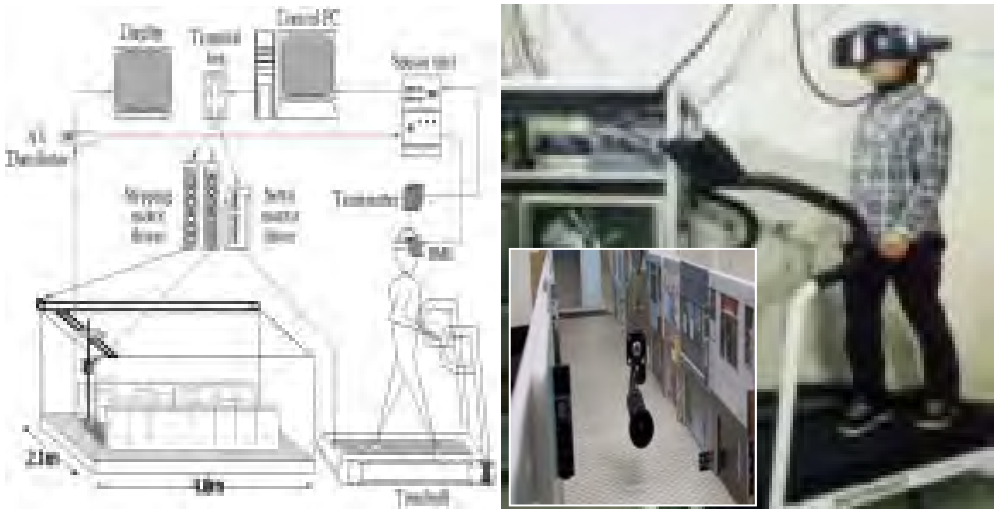
63. Simulazione immersiva grazie all'uso dell'*Head-mounted display* (*HDM*) ma che non garantisce un'interazione intuitiva
[Fonte: Encarta online (2008.09.15)]

Vi sono però simulazioni che consentono di replicare più efficacemente l'esperienza urbana grazie ad un'interazione analoga a quella reale. In questi casi l'osservatore si relaziona in modo intuitivo con la simulazione che è essa stessa dinamica (*v. dinamicità contestuale di osservatore e simulazione, cap.1.-1962932830*). Questo è il caso che meglio simula l'esperienza urbana. Per replicare verosimili modalità di movimento nello spazio urbano in luoghi circoscritti queste modalità si avvalgono della tecnica dello spostamento relati-

vo, ma la velocità, e in qualche caso la direzione dello sguardo, sono correlate agli effettivi movimenti dell'osservatore. Un esempio è costituito da strumenti che sfruttano l'utilizzo di *tapis roulant* sincronizzati a proiezioni video; la velocità dell'utente determina la velocità della scena e lo spostamento del peso consente di indirizzarla, per esempio per voltare l'angolo (*fig.64*).

L'importanza del movimento nella comprensione nello spazio e nel definire le percezioni, che a loro volta indirizzano il movimento, hanno portato alcuni ricercatori a prestare sistemi che lavorassero anche con la simulatori endoscopi (*fig.65*).

64. Proiezione interattiva in cui la simulazione è guidata dai movimenti dell'utente
[Fonte: RMR, Marnix de Nijs, 2004]



65. Installazione che consente di guidare una microcamera all'interno della maquette e di visualizzare contestualmente le viste di soggettiva
[Fonte: Ohno et al., [2001], "Development of a Visual Simulation System Synchronized with Walking Motion-An application for a study of distance perception", *EAEA conference*, p.25]

Modalità di ultima generazione si avvalgono di strumenti generano una multi-proiezione ad alta risoluzione per una visualizzazione immersiva di ambienti virtuali. Questi strumenti sono estremamente efficaci nel ricalcare la modalità di visone. Di particolare interesse il *D-vision*[49], strumento costituito da uno schermo ripartito in due aree principali, dove quella al centro corrisponde alla visione centrale dell'utente e rende immagini stereoscopiche di elevata qualità mentre quelle laterali restituiscono la visione periferica e le immagini risultano pertanto meno definite e non stereoscopiche (*fig.66-67*).

In questo modo il campo visivo dell'osservatore è completamente impegnato dalla simulazione, che, essendo essa stessa dinamica, consente l'installazione della strumentazione in uno spazio relativamente piccolo[50]. L'andamento delle viste è guidato dai movimenti sul posto dell'utente grazie ad un interfaccia dedicata, posta al suolo, capace di leggere la direzione, la tipologia e l'entità dello spostamento. Questa piattaforma ruota assecondando in tempo reale gli spostamenti dell'osservatore per permettergli di poter sempre osservare lo schermo semisferico nonostante i movimenti.

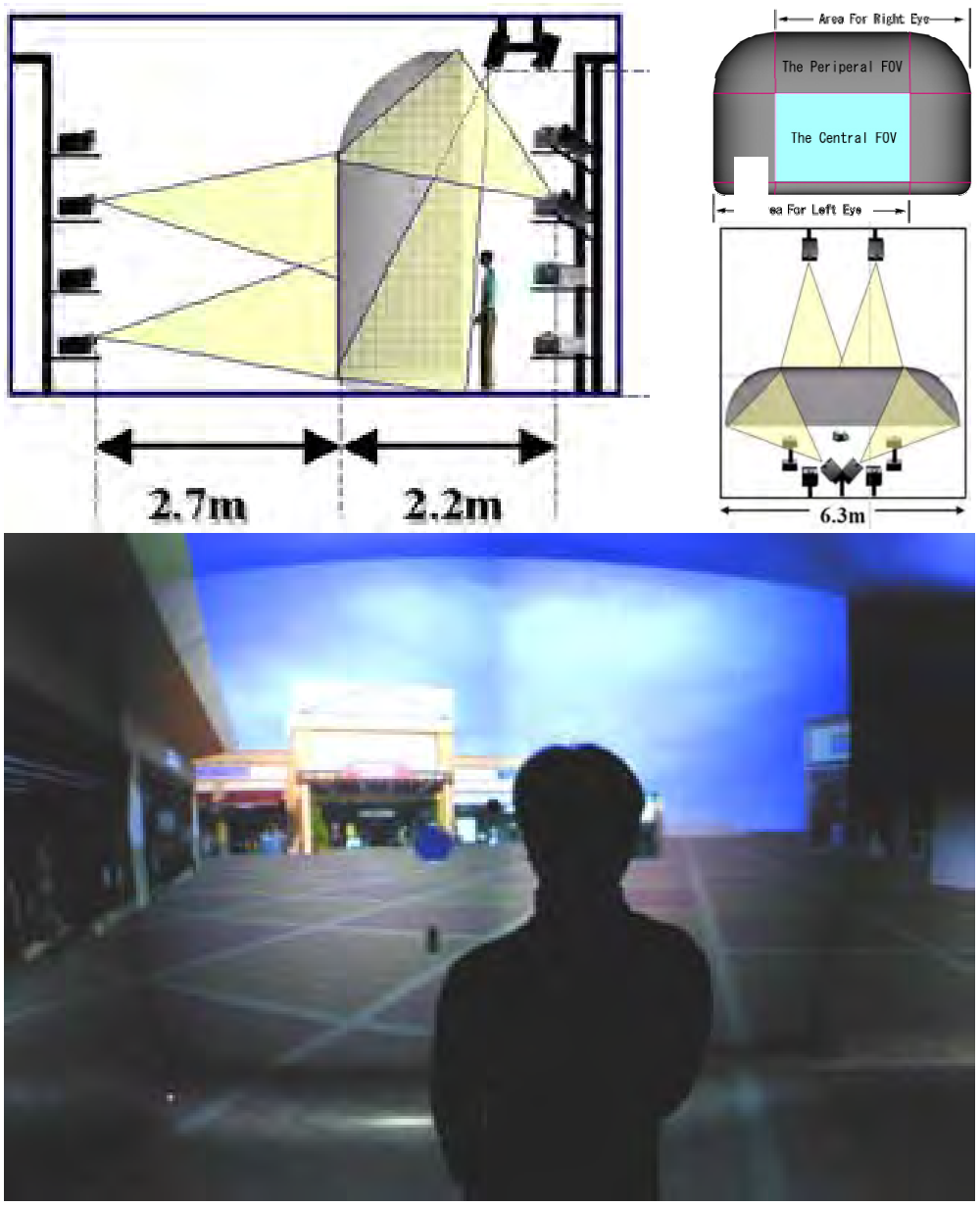
La possibilità di interazione verosimile e intuitiva e la visualizzazione totalmente immersiva collaborano ad un senso di inclusione nell'ambiente rappresentato. Questo garantisce inoltre una visione con scala e scansione del tempo reale, caratteristiche che consentono la concreta percezione delle distanze, aspetto che, con la visione stereoscopica, contribuisce a percepire il senso dello spazio, essenziale nel definire una scala umana dell'ambiente virtuale[51].

---

49 . Il D-vision, sviluppato dal Precision and Intelligence Laboratory della Tokio Institute of Technology, è un'evoluzione del sistema CAVE™

50 . Lo spazio occupato da questo schermo ibrido è di 6,3m(L) x 4m (A) x 1,5m (P)

51. Il *D-vision* prevede anche la possibilità di un'interazione tattile con gli elementi rappresentati, elemento che collabora ad enfatizzare il senso di presenza nell'ambiente virtuale. La percezione della fisicità degli elementi rappresentati è garantita dall'impiego di un'interfaccia, chiamata SPI-



66. *D-vision*: struttura tecnica (in alto) e modalità di vision in soggettiva (in basso)
[Fonte: Ryu, J. et al., 2004, "Multi-Projection Display System D-Vision For Architectural Design Evaluation", *CAADRIA conference. Precision and Intelligence Laboratory* (*Tokyo Institute of Technology*)]

DAR-H, che consente all'utente di toccare e muovere gli oggetti come fossero reali. Questo meccanismo, che richiama la concretezza dell'ambiente, acuisce il senso di immedesimazione e ne aumenta la verosimiglianza.

67. Simulazione dinamica e osservazione dinamica: lo sguardo può scorrere la simulazione. La tecnica è quella della D-vision (multi-proiezione), che consente di visualizzare la simulazione anche al suolo e sul suffitto, garantendo una proiezione a semisfera altamente immersiva
[Fonte: Ryu, J. et al., 2004, "Multi-Projection Display System D-Vision For Architectural Design Evaluation", *CAADRIA conference*. *Precision and Intelligence Laboratory* (*Tokyo Institute of Technology*)]

Lo sviluppo di questa e altre tecniche, come quelle che lavorano sulla simulazione di ambienti sonori o tattili, fanno presupporre che ci si stia dirigendo verso sistemi immersivi che restituiscono in modo più completo l'intera gamma degli aspetti sensoriali legati all'esperienza degli ambienti.

Alcune ricerche nel campo dell'immersività lavorano in un'altra direzione, non cercano cioè di sintetizzare l'intero ambiente, ma solo ciò che (ancora) non esiste. Con questo scopo sono stati sviluppati sistemi di Realtà Artificiale capaci di integrarsi in tempo reale con l'ambiente esistente, caratteristica che ne definisce il nome *Augmented Reality* (Realtà Aumentata). Il primo vantaggio di questo approccio è, ovviamente, la realisticità dell'esperienza che si può svolgere direttamente sul luogo della trasformazione. Questo metodo consente inoltre di snellire il processo di produzione delle simulazioni, perché il contesto non deve essere modellato. Ma il principale vantaggio costituisce anche il principale difetto, ovvero la necessità di trovarsi necessaria-

mente nell'area di interesse e di non poter prescindere dalle condizioni specifiche, come il clima e i tempi di percorrenza, e quindi non avere la possibilità di mettere a confronto condizioni ambientali diverse.

3.3.2. INTERATTIVITÀ

«A desirable, intensive participation of different subjects of planning may receive important impulses when informations are processed in a way that interactively supports faster and more comprehensive mediation of spatial impressions››
[Pflüger 2001, p.112]

LIVELLI DI INTERAZIONE

Una simulazione può consentire diversi ***livelli di interazione***. La semplice osservazione costituisce una forma di interazione semplice, ma esistono altre modalità di interazione più complesse. Entro i limiti del *medium* è la predisposizione della simulazione stessa a determinarne le possibilità di interazione. Simulazioni che si avvalgono di supporti cartacei, ad esempio, consentono una gamma di interazioni possibili minore rispetto a quelle che sfruttano proiezioni digitali, ma se queste ultime non sono predisposte per l'interazione possono presentare lo stesso grado di interattività di quelle cartacee.

Un'importante forma di interazione è da rintracciare proprio nella possibilità data all'utente di muoversi nell'ambiente simulato e di guardare dinamicamente alla simulazione. A questo proposito è importante notare come un campo visivo ristretto influenzi l'esplorazione dello spazio e di conseguenza

il modo in cui si muoverebbe al suo interno [Franz et Al. 2008, p.587][52]; l'ampiezza dell'angolo di ripresa è quindi importante per rendere la visualizzazione, e quindi l'interazione, realistica. Vi sono diverse ricerche che utilizzano la simulazione quale strumento proprio per indagare il comportamento delle persone o la percezione delle distanze in funzione della conformazione dello spazio.

simulazione diretta/indiretta libera/mediata

L'interazione può essere ***indiretta*** o ***diretta***, ***libera*** o ***mediata***. Si intende per interazione ***indiretta*** quella realizzata tramite un moderatore, che spesso coincide col simulatore. È questo ad esempio il caso di alcune presentazioni pubbliche che si avvalgono dell'uso della microcamera nel plastico; questa stessa modalità può però anche garantire un'interazione ***diretta*** quando l'utente finale può guidare in prima persona i movimenti della microcamera. Per interazione diretta si intende quindi quell'interazione che consente all'osservatore di condurre senza intermediari la simulazione. Si definisce ***libera*** l'interazione senza l'ausilio di interfacce, come *mouse* e tastiera, e ***mediata*** quella che invece ne fa uso.

La simulazione interattiva diretta e libera permette di creare un rapporto immediato tra osservatore e prefigurazione della realtà progettata, proponendo un'esperienza della città simulata intuitiva e in prima persona. L'esclusione dell'intermediario permette un'interazione spontanea guidata dalla curiosità del destinatario. La modalità di interazione diretta cattura più facilmente l'attenzione e l'interesse dell'osservatore perché lo rende parte attiva della scena simulata [Appleyard 1976, p.63]. Questa modalità applicata simulazioni di tipo immersivo garantiscono poi un alto grado di immedesimazione che agevola la concreta comprensione del progetto.

Quando viene data la possibilità di ***scegliere il punto di vista*** si elimina la predeterminazione delle visuali ad opera dell'autore e la fruizione libera

52. ‹‹ […] the immersive interface which restricts the FOV [Fiedl-of-View] and introduces viewpoint dependency and influences of exploration.›› [Franz et Al. 2008, p.587]

dell'ambiente simulato risponde meglio ad esigenze conoscitive differenziate, aumentando di conseguenza la trasparenza rispetto agli esiti del progetto. È evidente però che l'utilizzo di visuali predeterminate è comunque utile perché mette in luce nodi significativi rispetto alla trasformazione della città esistente. In questo caso si viene infatti guidati da una mano esperta, cosa che consente di considerare tutti i punti di vista rappresentativi. Ma le esigenze conoscitive sono spesso soggettive, la scelta delle visuali può essere infatti determinata da interessi personali oltre che da interessi generali. In questo senso la possibilità di instaurare un'interazione diretta con la simulazione migliora la comunicazione pubblica del progetto urbano.

Le simulazioni con viste predeterminate possono comunque garantire un certo grado di interazione quando sono di tipo immersivo, in questo caso infatti l'utente può decidere dove scorrere lo sguardo o dove focalizzare l'attenzione; questa modalità restituisce una certa interattività e rende la simulazione più efficace perché l'osservatore si sente meno costretto a replicare passivamente le viste proposte dall'autore [Appleyard 1976, p.68][53], ma gli interrogativi rispetto ad elementi di interesse personale non simulati permangono e la loro visualizzazione è demandata all'immaginazione [Gorczyca et al. 2001, p.14].

L'utilizzo sincrono di modalità di interazione diretta e indiretta garantisce una soluzione efficace per rispondere alle esigenze differenziate del pubblico e per consentire contestualmente una visione complessiva degli esiti progettuali. L'interazione diretta implica una relazione *one to one* con la simulazione e si presta meglio per esposizioni a fruizione libera o presentazioni con piccoli gruppi di persone; simulazioni con viste predeterminate si adattano anche a presentazioni più formalizzate rivolte ad un ampio pubblico.

53. ‹‹Once a viewer is sufficiently surrounded by a projected image, he can selected where to look within the field: he is allowed more freedom to choose, and consequently the image seems more realistic than in narrow views than direct attention to places selected by the film maker. ›› [Appleyard 1976, p.68]

Un'altra modalità di interazione riguarda la possibilità di interazione rispetto al ***layout*** della simulazione. In questo modo si possono rappresentare elementi diversi che possono essere attivati o disattivati a discrezione per consentire di visionare condizioni differenti, come le diverse fasi di implementazione di un progetto (*fig.68*).

Un metodo particolarmente efficace e frequentemente utilizzato nella presentazione dei progetti urbani, perché collabora alla comprensione della trasformazione, è proprio quello della ***comparazione***. Questo approccio è particolarmente utile quando il confronto viene su base omogenea. L'applicazione più comune vede il paragone tra la soluzione progettuale prevista e la condizione esistente (*fig.69*), ma può essere molto efficace anche per valutare diverse condizioni, come il ventaglio delle alternative progettuali (*fig.70*). L'interazione sui layout può anche intervenire trasversalmente rispetto a più opzioni, in questo modo potrebbe essere ad esempio possibile visualizzare diversi momenti della giornata rispetto alla diverse proposte di progetto. È ovviamente possibile rendere interattive diverse tipologie di simulazione.

68. Presentazione dello studio *Dover, Kohl and Partners* che mostra le fasi, previste lungo un periodo di tempo pluriannuale, dell'implementazione di un progetto
[Fonte: http://www.smartgrowthtools.org/TCDDM/Dover1.htm (19.01.2009)]

69. Confronto tra condizione esistente e futura per una trasformazione di un'arteria nel *downtown* di Chicago (IL)
[Fonte: www.urban-advantage.com; *Urban Advantage*]

70. Simulazione di diversi momenti di implementazione del nuovo centro di Columbia (MD)
[Fonte: www.urban-advantage.com; *Urban Advantage*]

3.4. PRINCIPALI TIPOLOGIE DI SIMULAZIONE

3.4.1. IMMAGINI

«Both the moving film strip and the stopped single frame are helpful for understanding the possible future and its implications, but they are not valuable in the same way and we benefit by having both.›› [Shearer 2005, p.71]

ISTANTANEE SEMPLICI

Le ***istantanee semplici*** rappresentano la tipologia di simulazione più elementare nonché la struttura base da cui realizzare altre tipologie di simulazioni dinamiche. Si tratta di simulazioni 2D che immortalano un momento (presunto) del futuro da un unico punto di vista. La staticità è relativa all'immagine stessa ma anche alla modalità di osservazione che consente, infatti se la simulazione è composta da un'unica immagine, correttamente ripresa e visualizzata, la porzione di ambiente raffigurato non potrà includere tutti gli elementi che dal punto di ripresa rientrano effettivamente nel campo visivo (*v. fig.*29 *cap.2.2*); questo significa che è possibile raffigurare solo una porzione della scena che si potrebbe effettivamente osservare, inducendo una forma di distorsione che limita la reale corrispondenza con la situazione reale. In altre parole la simulazione non dà la possibilità di apprezzare tutte le relazioni spaziali che concretamente verrebbero percepite da quella determinata posizione. Ma se anche lo consentisse, ovvero se la simulazione fosse composita e quindi includesse tutto quello che si vedrebbe da un punto fisso, sarebbe comunque limitata perché non consentire un'osservazione che coinvolge anche i movimenti degli occhi della testa. In questo senso se la si-

mulazione, osservata da una corretta distanza d'osservazione, è di dimensioni uguali o inferiori al campo visivo viene negata una visione dinamica che ricalca una modalità ordinaria.

Simulazioni visualizzate da distanze superiori rispetto a quella corretta rendono statiche alcune simulazioni altrimenti classificabili perché la simulazione viene percepita più piccola man mano che ci allontaniamo da essa. Questa modalità di fruizione è comunque utile perché consente una comprensione della simulazione per comparazione e proporzione tra gli elementi rappresentati e la conoscenza diretta di elementi analoghi nella realtà, ma riduce le potenzialità comunicative. Se ad esempio si osserva in questo modo lo skyline di una città, per esempio quello che avrà Milano quando sarà realizzato il progetto Garibaldi Repubblica (*fig.71*), si potranno apprezzare le relazioni che legano gli elementi rappresentati, ma non si potranno ricalcare le modalità con cui si visualizzerà la città trasformata; da una corretta distanza si percepirebbero i manufatti nelle loro corretta dimensione e sarebbe quindi necessario ruotare la testa per guardare l'intera scena, esattamente come si farebbe sul posto. In questo caso la simulazione sarà sufficientemente ampia da rendere possibile una fruizione dinamica che aiuterà a concretizzare la comprensione dell'esperienza potenziale.

Le tipologie di simulazioni realizzate quali immagini statiche singole comprendono *render* (*fig.72*), fotografie riprese dall'interno di maquette (*fig.73*) o immagini composite. In tutti i casi è importante che la scena rappresentata sia accurata e in particolare risulta fondamentale che il progetto sia correttamente reso, dimensionato e localizzato rispetto al contesto. Una composizione impropria rende vani gli scopi della simulazione perché comporta inevitabilmente una distorsione nella visualizzazione degli esiti.

71. Simulazione del nuovo skyline di Milano, dopo la realizzazione del progetto Garibaldi Repubblica , visto dalla sommità della torre Branca (parco Sempione)
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

72. Render. Soluzione progettuale elaborata per il *workshop* '*Imaging Imagination*', dai partecipanti della *Yonsei* University *of Seoul*
[Fonte: *workshop proceedings*: 3° EAEA *conference*, 1997, Delft, NL]

73. Immagine da maquette. Soluzione progettuale elaborata per il *workshop* '*Imaging Imagination*', dai partecipanti della *Rostov State Architectural Institute*
[Fonte: *workshop proceedings*: 3° EAEA *conference*, 1997, Delft, NL]

Tradizionalmente le immagini che vengono impiegate più frequentemente quale supporto descrittivo del progetto sono proprio quelle statiche. Ma, come è stato detto, sono poco rappresentative nel descrivere l'esperienza, un miglior contributo in questo senso è garantito da simulazioni capaci di rendere un senso di movimento [Kwartler 1995, p.4-5].

IMMAGINI MULTIPLE

Le simulazioni realizzate con immagini multiple possono rendere più tipologie di ***simulazioni dinamiche***. Le ***immagini fisse mosaicate*** che eccedono il campo visivo dell'osservatore consentono di osservare dinamicamente la scena. L'utilizzo di più ***immagini in sequenza*** consente di visualizzare un ambiente nel tempo e nello spazio. In questo caso è possibile ad esempio rendere per gradi le visuali di un percorso di avvicinamento al progetto. Questo metodo può essere inteso come una semplificazione di un video (che normalmente presenta 24 *frame* al secondo) dove lo scarto tra un *frame* e l'altro lascia un vuoto facilmente colmabile dall'immaginazione (*fig.74*).

VIDEO

Il metodo che, attraverso immagini multiple, meglio consente di apprezzare dinamicamente un luogo è il ***video***. Questo tipo di simulazione può essere reso in diversi modi e a partire da diversi strumenti. Le tipologie ad oggi più utilizzate in campo urbanistico sono quelle realizzate da 3D digitali o grazie alla movimentazione di una microtelecamera nella maquette in scala (*fig.75*). È però anche possibile realizzare video composti, frutto della sovraimpressione di video dell'esistente e video del progetto (render o video tratti dalla maquette). Questo tipo di simulazione è oggi poco diffusa, ma recenti sperimentazioni condotte dal *Laboratorio di Simulazione Urbana* del Politecnico di Milano consentono di verificare la bontà di tale applicazione (*fig.76*).

74. Progetto *Rincon Hill* per *San Francisco*. Simulazione composta da immagini in sequenza [Fonte: *Environmental Simulation Laboratory* (*University of California at Berkeley*)]

75. Fotogramma di un video realizzato movimentando una microtelecamera in una maquette
[Fonte: *Duisburg Simlab* (*University of Duisburg-Essen*)]

76. Fotogrammi estratti da un video che simula l'inserimento del progetto Garibaldi Repubblica (sullo sfondo) visto del contesto milanese esistente (corso Como) e frutto della sovraimpressione di un video virtuale (progetto) e uno reale (contesto)
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); simulazione realizzata da *Nicola Canzanella* e *Francesco Secchi* per la tesi di laurea triennale *Simulazioni urbane del progetto Porta Nuova: confronto fra tecniche*, relatore prof. *Fausto Curti*, correlatore arch. *Barbara E.A. Piga*, 2009]

3.4.2. MAQUETTE

«Models made by architects and urban designers usually emphasize structure, space, and massing rather than experience.›› [Appleyard 1976, p.77]

La maquette in scala non si può certo definire uno strumento innovativo in campo architettonico/urbanistico, ciò nonostante risulta sempre estremamente attuale. Sono diverse le ragioni che la rendono un'efficace simulazione della realtà e altrettanti sono i motivi per cui si investe ancora molto su questo strumento.

Tra le diverse caratteristiche che la contraddistinguono una non può essere eguagliata dalle altre tipologie di simulazione, è *realmente* tridimensionale. Questa fisicità la rende unica nel suo genere, ma determina per certi aspetti una minor flessibilità e implica la necessità di definire a priori alcune scelte. Innanzitutto la ***scala***, che, a differenza delle tipologie di simulazioni digitali, è vincolante e determina il grado di dettaglio che è possibile raggiungere. A piccole scale le dimensioni degli elementi aumentano e di conseguenza i dettagli possono essere resi e percepiti meglio, viceversa ad una grande scala le dimensioni diminuiscono e i dettagli si perdono (*figg.77-78-79*).

SCALA

77. Confronto tra elementi realizzati per maquette a diverse scale (1:87,1:220,1:500)
[Fonte: *Architectural Media Laboratory* (*Tampere University of Technology*)]

78. Maquette del centro di *Tokyo*
[Fonte: *Mori Building*, maquette esposta al fuori-salone 2007; foto di Fausto Curti]

79. Maquette di dettaglio architettonico per simulazioni endoscopiche
[Fonte: Gorczyca et al. 2001, p.18]

Quando la maquette viene impiegata per produrre simulazioni percettive, però, il dettaglio diviene percepibile indifferentemente dalla scala. In questo caso infatti la scena ripresa in soggettiva viene ingrandita quanto la proiezione che ne viene fatta e tutti gli elementi divengono perfettamente percepibili.

La scala risulta chiave per la produzione di simulazioni significative perché se la definizione dei particolari è minima non sarà possibile descrivere in maniera appropriata la trasformazione. Rispetto ad ambienti urbani questo non vale tanto per i dettagli tridimensionali di finitura architettonica quanto per la resa degli elementi che strutturano e definiscono lo spazio pubblico. In effetti gli edifici modellati alla scala urbana o microurbana non necessitano di una grande definizione volumetrica, cosa che per altro agevola e semplifica il processo di costruzione, perché l'utilizzo di *texture* e fotografie dell'esistente applicate a volumi semplici garantiscono un effetto efficace e un dettaglio sufficiente (*fig.80*) [Bishop et al 2005, p.19].

Ma la scala non può essere determinata solo in funzione di questi aspetti, infatti più la scala è piccola più le dimensioni degli elementi del plastico aumentano; questo diventa tanto più impegnativo quando ci si accinge a lavorare su una porzione di città. Nella definizione della scala è quindi importante soppesare altri elementi che collaborano alla comprensione della trasformazione e che influiscono sulla dimensione finale della plastico, tra questi la porzione di contesto che è importante considerare, la possibilità di interagire in modo diretto coi volumi più centrali, la possibilità di vedere con un solo colpo d'occhio tutta l'area modellata, la possibilità di muovere la maquette e di trasportarla (*fig.81*).

80. Maquette realizzata con volumi semplici su cui sono state applicate le fotografie dei prospetti
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

81. Maquette del centro di *Tokyo*. La costruzione è stata realizzata per parti (si veda la giunzione nella base) per consentirne la lavorazione e il trasporto. Per l'esposizione milanese le dimensioni complessive del plastico hanno comunque richiesto l'affitto di un container per il trasporto via nave dal Giappone
[Fonte: *Mori Building*, maquette esposta al fuori-salone 2007; foto di *Barbara E.A. Piga*]

VANTAGGI

Diversi sono i ***vantaggi*** garantiti dall'uso della maquette. Quello fondamentale è di poter riprodurre in laboratorio una porzione di città [Bosselmann 1998, p.101-103], altri riguardano l'immediatezza e l'interattività dellc strumento.

Immediatezza perché il rapporto con la simulazione è diretto e intuitivo; non è necessario utilizzare delle periferiche per poter usufruire della simulazione, come può avvenire per la stereoscopia o la *Virtual Reality*, e si può intervenire in modo intuitivo per modificare l'assetto della porzione di città rappresentato. Questo aspetto è particolarmente importante quando la maquette viene utilizzata a supporto di una comunicazione rivolta ad un pubblico non esperto dove l'utilizzo di alcune strumentazioni individuate come 'tecnologiche' possono creare disagio che si ripercuote sulla efficace partecipazione attiva e diretta degli utenti.

La semplicità con cui si può interagire con la maquette è quindi un importante punto di forza per il coinvolgimento del pubblico che può interagire in modo diretto togliendo i volumi, spostandoli o sostituendoli per verificare in tempo reale conformazioni diverse e testare le proprie idee. In questo senso la possibilità di correlare immediatamente la nuova configurazione urbana ai risultati percettivi, grazie a viste in soggettiva generate in tempo reale, rende questo approccio particolarmente efficace, perché palesa gli esiti di un'idea.

La maquette è uno strumento altamente ***interattivo***, l'utente è infatti libero di scegliere il punto di vista, soffermarsi su un particolare o guardare dinamicamente l'ambiente ed è al contempo una simulazione di tipo sia percettivo che concettuale. Quando osservata dall'alto permette infatti di cogliere la struttura del brano di città rappresentato, le relazioni di forza che legano gli elementi urbani e le loro proporzioni reciproche, in questo senso è concettuale. Quando la scala consente di guardare anche dal livello della strada e il trattamento delle superfici è di tipo fotorealistico allora diventa anche percettiva. Questa visione può essere libera o avvalersi di strumentazioni ad hoc, quali fotocamere o una telecamere endoscopiche o miniaturizzate. Queste strumentazioni consentono di produrre simulazioni statiche o dinamiche in soggettiva che possono essere visualizzate in tempo reale o registrate per es-

sere richiamate in un secondo momento. Tra i dispositivi che consentono di realizzare viste in prima persona vi sono strutture meccanizzate per la movimentazione di strumenti di ripresa, come fotocamere, endoscopi o telecamere, all'interno del plastico (*fig.83*).

Ma esistono anche meccanismi che consentono una visione non meccanizzata (*fig.82*) o semi-meccanizzata che rende più flessibile il processo. Tra questi strumenti vi sono endoscopi a movimentazione libera e strumenti semimeccanizzato, come la *microcar* recentemente progettata e realizzata da *Beta-Nit* per il *Laboratorio di Simulazione Urbana* del *Politecnico di Milano* (*fig.84*).

82. Modalità di visualizzazione della maquette in soggettiva non meccanizzata (endoscopio). I limiti di questo strumento sono quelli di consentire solo una visione monoculare e per un'unica persona alla volta, di contro lo strumento garantisce una grande versatilità
[Fonte: Martens, Bob, Tschuppik , Wolf-Michael, **Keul** , Alexander G., [2007], "Endoscopy without endoscopes: alternatives for gaining shared-in-sights at an eye-level", *proceedings of the 8° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Moscow, p.4]

83. Strumento di movimentazione automatica di una microtelecamera (in alto) che consente di visualizzare video in soggettiva da una maquette (in basso) definendo la velocità di percorrenza [Fonte: Ginza (Giappone)]

84. *Microcar*: strumento di movimentazione semi-meccanizzata di una microtelecamera per la visione in soggettiva di una maquette
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

La possibilità di rendere in tempo reale la vista in soggettiva è particolarmente utile perché la localizzazione dello strumento di ripresa nel plastico rende un rimando immediato tra localizzazione del punto di vista, direzione dello sguardo e conformazione dello spazio. Così viste contestuali dall'alto in soggettiva aggiungono significato l'una all'altra, permettendo un'agile correlazione tra forma urbana ed esiti percettivi, contribuendo in definitiva ad una comprensione più completa della porzione di città osservata.

Inoltre la maquette consente un'interazione non solo individuale, infatti, in funzione delle dimensioni del plastico e della sala espositiva, un gruppo più o meno folto di persone può trovarsi per ragionare sul progetto avendo sott'occhio una porzione in scala di città. La discussione può quindi avvalersi di uno strumento che permette di apprezzare le relazioni e la dislocazione degli elementi costruiti e degli spazi pubblici, nonché le reti che li legano, aiutando a concretizzare il dibattito.

La vicinanza, seppur con un grado variabile di approssimazione, tra la realtà e la sua rappresentazione fotorealistica e tridimensionale in scala agevola la comprensione e contribuisce alla trasparenza rispetto alle simulazioni proposte. Maquette è trattate in modo fotorealistico agevolano la lettura degli elementi che divengono più riconoscibili perché la correlazione col contesto reale diviene immediata. Il trattamento fotorealistico agevola la valutazione delle proporzioni degli elementi rappresentati e quindi la bontà della maquette stessa. Eventuali errori di modellazione del contesto possono essere individuati con maggior facilità, questo anche grazie al fatto che il salto di scala è immediatamente percepibile. In caso di situazioni di incertezza la verifica dei dimensionamenti degli elementi rappresentati, facilmente misurabili, risulta immediata. Il corretto dimensionamento e l'accurata collocazione del progetto rispetto al contesto non risulta invece leggibile in modo altrettanto scontato per un pubblico non esperto, che spesso fatica a interpretare i disegni tecnici e a leggerne le traduzioni tridimensionali. Risulta quindi molto importante che il simulatore modelli e proporzioni correttamente il progetto e collabora ad eventuali verifiche puntuali richieste fornendo tutto il materiale di riferimento necessario.

Nel caso di presentazioni in cui vengono proposte diverse tipologie di simulazioni la maquette diviene un importante strumento attraverso cui vagliarne l'accuratezza; il modello consente infatti di validare per confronto le viste proposte osservandolo dallo stesso punto di vista (*fig.85*) o, se necessario, riproducendole con la strumentazione di ripresa.

85. Ripresa del plastico e dello skyline (appeso al muro) da uno stesso punto di vista.
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

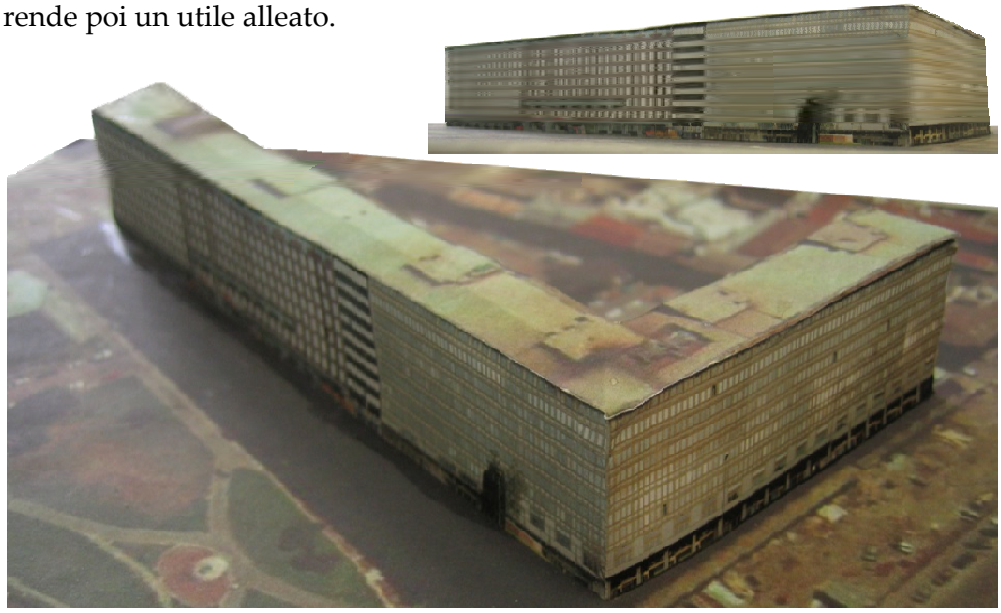
La maquette consente inoltre una serie di ***simulazioni analitiche di approfondimento*** rispetto alla qualità dell'area e del progetto. Tra queste è possibile effettuare analisi dell'ombreggiamento grazie a strumentazioni specifiche quali l'*Heliodon* o il cielo artificiale o la simulazione dell'andamento dei venti grazie al tunnel del vento.

LIMITI Uno dei difetti della ***maquette*** è che la vista termina dove la modellazione dei volumi finisce e si possono quindi perdere *landmark* importanti ed elementi di sfondo che sarebbe rilevante venissero visualizzati [Branzell 1995, p.17]. Questo problema è difficilmente risolvibile da un punto di vista della modellazione fisica, ma quando si realizzano riprese in soggettiva si può intervenire utilizzano delle immagini di sfondo preparate scattando delle fotografie dell'orizzonte dalle vie che si intendono simulare[54]. La stessa tecnica può essere utilmente utilizzata anche nella modellazione volumetrica digitale, dove peraltro non sarebbe necessario l'impiego di fotografie ad alta risoluzione che appesantiscono i processi, perché dopo una certa distanza i dettagli si perdono e le immagini appaiono in ogni caso meno definite. In qualche caso è anche sufficiente l'utilizzo di *texture* generiche per dare la sensazione di una vista continua in lontananza [Bosselmann et al. 1993, p.27].

Tra i diversi materiali utilizzabili per la modellazione dei volumi a scala urbana il ***polistirene*** (polistirolo ad alta densità) garantisce un ottimo risulta-

54 . Una soluzione più sofisticata vede invece l'impiego di meccanismi che consentono la movimentazione di sfondi rispetto al punto di osservazione [Bosselmann et al. 1993, p.27]

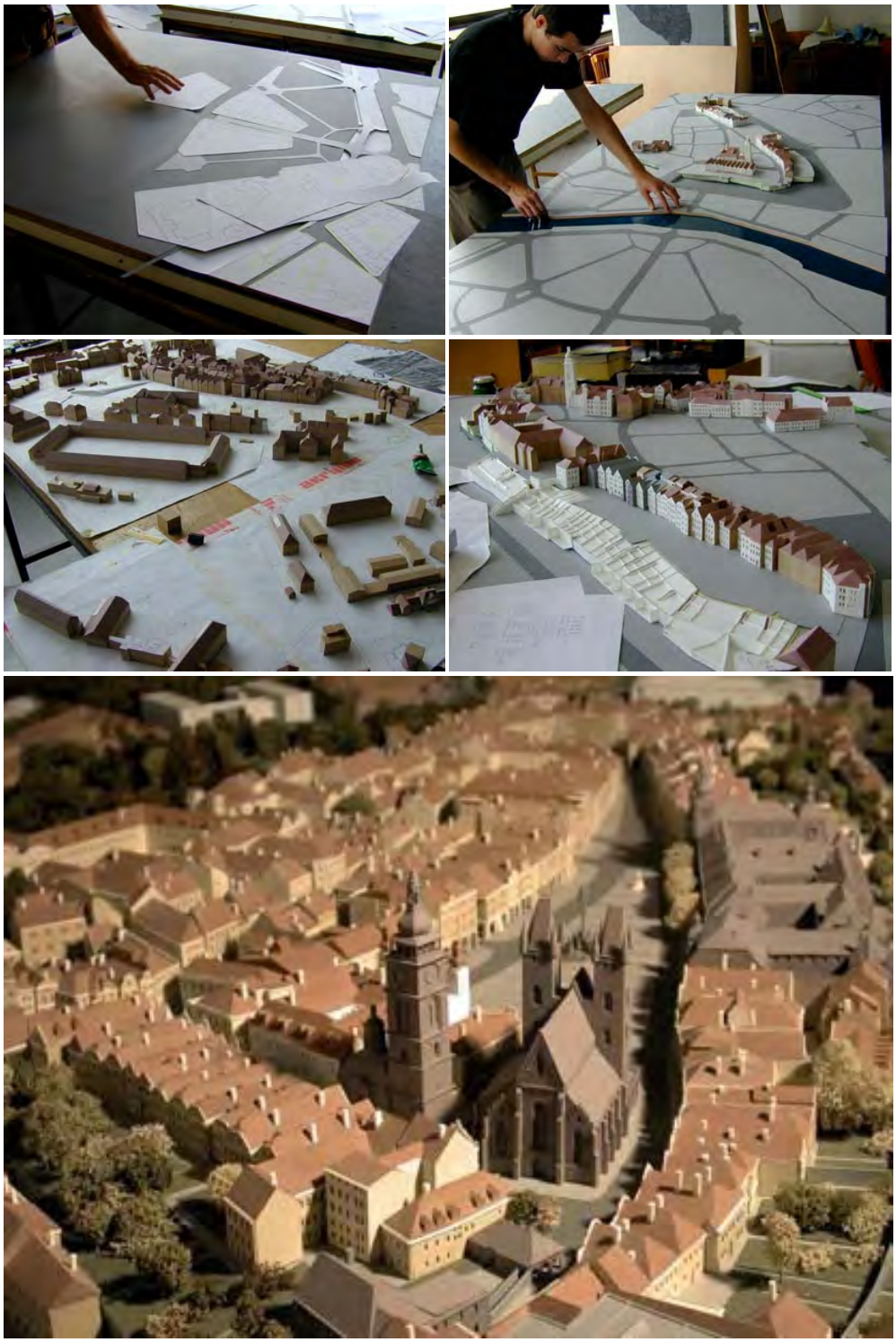
to; i motivi sono diversi e riguardano i costi contenuti del materiale e dell'attrezzatura necessaria per lavorare i pezzi, la scarsa pericolosità degli strumenti e la semplicità e la velocità con cui è possibile modellare forme diverse. Bisogna comunque notare che la modellazione di volumetrie sinuose a geometria particolarmente complessa necessita di una certa esperienza. Il materiale è di colore neutro, è facilmente rivestibile con immagini fotografiche (*fig.86*), non è soggetto ad assorbimento di umidità e quindi ad una naturale variazione dimensionale o curvatura spontanea; è solido ma non è completamente rigido e questo rende più sicuro lo strumento anche in funzione di un'interazione allargata oltre a diminuire il rischio di rovinare le lenti delle attrezzature di ripresa in caso di urto accidentale coi volumi. Il polistirene è un materiale particolarmente leggero, fattore importante per rendere il plastico facilmente trasportabile e per poter verificare e confrontare agevolmente diverse configurazioni. L'agile mobilità facilita anche l'utilizzo di alcune attrezzature di ripresa a movimentazione libera o semi-automatica perché la rimozione di alcuni porzioni di modello non inquadrate agevola gli spostamenti della strumentazione. In fase di progettazione la velocità di modellazione o ridimensionato (per addizione o sottrazione) di questo materiale lo rende poi un utile alleato.



86. Maquette realizzata con polistirene e rivestita con stampe dei fronti fotografati
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga*]

La maquette però non consente la movimentazione di elementi mobili, quali uomini e macchine, come invece permetterebbe la modellazione digitale. Questa mancanza diviene più evidente quando si genera una simulazione dinamica che per questi motivi non può rendere efficacemente la vitalità dell'ambiente. Esiste comunque la possibilità di aggiungere una animazione sovraimpressa in post-produzione o, con l'*Augment Reality*, in tempo reale.

La costruzione di plastici di intere o ampie porzioni di città richiede molto lavoro (*fig.87*) e una spesa sostenuta in termini di materiale e risorse umane, anche se esistono alcuni strumenti di prototipazione meccanizzata dei pezzi che semplificano il lavoro, senza però ridurre i costi perché la lavorazione è ancora molto dispendiosa. Si potrebbe pensare che questo problema venga superato da modelli tridimensionali digitali, che peraltro hanno caratteristiche non paragonabili a quelli fisici, è vero solo in parte. Anche questi prodotti richiedono impegno e risorse, perché il tempo di computazione ed elaborazione non è irrilevante e i *software* e le macchine necessari per gestire grandi ambienti fotorealistici non sono certo prodotti di largo consumo acquistabili a prezzi contenuti. Certo è che dato un ingente investimento iniziale è poi possibile ammortizzarlo parzialmente nel tempo, anche se l'aggiornamento dei programmi richiede comunque un impegno economico. È prevedibile che, in tempi non troppo lunghi, ci sarà una drastica riduzione delle tempistiche di produzione grazie a *software* capaci di rielaborare autonomamente in 3D immagini satellitari dell'ambiente [Ben-Joseph 2001, p.203].



87. Modello della città Hradec Kralove 2000 in scala 1:500 realizzato su commissione dell'amministrazione pubblica
[Fonte: Bartík 2003, p.104-107; M*odel Laboratory* (MOLAB) della Facoltà di Architettura della *Czech Technical University*, Praga]

3.4.3. REALTÀ ARTIFICIALE

«Virtual Reality is very physical. I won't just see changing images on a flat screen; I will have the feeling of occupying those images with my entire body›› [Franck in Madrazo et al. 2007, p.2]

Riprendendo la definizione di *Myron Krueger* la ***Realtà Artificiale*** è quella «realtà che percepisce l'azione di un partecipante in termini di rapporto fra

corpo e mondo grafico e che genera risposte che provocano nel partecipante l'illusione di muoversi all'interno di quel mondo.›› [Krueger 1992, p.269 (glossario)]. La ***Virtual Reality*** (*VR*)[55] è invece un «altro termine per indicare la realtà artificiale che si applica solo a sistemi realizzati con l'uso di occhiali e guanti›› [Krueger 1992, (glossario) p.269].

VIRTUAL REALITY (VR)

Le origini della *Virtual Reality* (VR) possono essere fatte risalire al 1962, quando fu sviluppato il primo prototipo di *Sensorama* (*fig.88*). Sviluppato da *Morton Heilig*, questo strumento simulava contestualmente diverse tipologie di percezione (le visuali –vista-, il vento -tatto-, i rumori della città –udito- e gli odori –olfatto-) di una motocicletta che percorreva *New York*. Questo strumento non garantiva però un elemento chiave della futura *Virtual Reality*, l'interattività. [Bishop et al 2005, p.12]

88. Sensorama, Morton Heilig, 1962
[Fonte: www.medienkunstnetz.de/works/sensorama/]

55 . Nota *Nicholas Negroponte*: ‹‹Se ci fosse un premio per il miglior ossimoro, lo vincerebbe certamente il termine *realtà virtuale* (RV)››, ma poi puntualizza ‹‹La RV può infatti rendere l'artificiale altrettanto realistico del reale, se non di più. […] La RV consente di sperimentare una situazione in prima persona›› [Negroponte 1995, pagina 117-118]

La possibilità di muoversi liberamente all'interno di un mondo virtuale consente di vivere un'esperienza completamente immersiva e interattiva.

Questo rende lo strumento particolarmente interessante nell'anticipare gli ambienti urbani, perché la percezione del rapporto con gli elementi rappresentati è in scala reale e perché la modalità di fruizione dell'ambiente ricalcano quelle comuni. In effetti la sensazione non è quella di osservare una sequenza di immagini, ma di essere fisicamente immersi nell'ambiente sintetico [Madrazo et al. 2007, p.2].

Come è stato anticipato (*v.cap.3.3.1*), ci sono due principali modalità d'interazione per guidare le viste in un mondo virtuale, con interfacce o grazie ai movimenti di comune esplorazione dello spazio, modalità quest'ultima che rende più realistica l'esperienza.

La costruzione del modello virtuale richiede capacità tecniche e tempi significativi di restituzione[56]. Quando presentati alcune soluzioni consentono la movimentazione diretta degli elementi virtuali durante la navigazione, ma generalmente non è possibile modificarne in modo immediato la forma. Simulazioni che prevedono la possibilità di una interazione diretta avvicinano il modello digitale a quello fisico, quando questo non viene previsto, però, le possibilità di un'interazione attiva si riducono e di conseguenza anche la possibilità di discutere ed esplorare diverse alternative [Crawford 2006, p.481].

Quando si utilizzano strumenti completamente virtuali uno dei maggiori limiti rispetto alla maquette fisica è quello di non consentire una discussione contestuale attorno al modello. La possibilità di spiegarsi avendo a disposizione un riferimento cui riferirsi e che è possibile modificare in modo immediato facilita la comunicazione e alimenta il dialogo. I vantaggi del digitale

56 . Chiaramente le tempistiche variano in funzione del dettaglio volumetrico richiesto, ma anche dove questo sia semplice la costruzione fotorealistica delle facciate da applicare come *texture* e richiede diverso tempo.

riguardano invece l'essere svincolato da una dimensione fisica e di consentire maggior flessibilità rispetto alla visualizzazione di condizioni diverse, come le eterogenee condizioni di illuminazione lungo un anno o una giornata.

AUGMENTED REALITY (AR)

Con l'obiettivo di usufruire dei vantaggi delle due modalità sono state realizzate alcune sperimentazioni che consentono di lavorare su modelli integrati grazie all'utilizzo dell'***Augmented Reality*** (*AR*) e dei ***Tangible User Interface*** (*TUI*). Questi strumenti prevedono un'interazione tra elementi fisici ed elementi digitali in tempo reale. Questa relazione è garantita le telecamere che guardano il piano di lavoro, dove per esempio e posta la maquette in scala, e da *software* dedicati sono capaci di riconoscere alcuni elementi nelle immagini video e di seguirne i movimenti nello spazio, riproducendo digitalmente alcune informazioni relazionate alla localizzazione dell'oggetto; Queste immagini possono essere proiettate sul piano di lavoro o su altri supporti in tempo reale (*fig.89*).

89. Applicazione che consente l'utilizzo combinato di *TUI* e *AR*
[Fonte: Pleizier 2005, p.255]

La correlazione tra digitale e fisico consente un utilizzo intuitivo che riducendo le eventuali esitazioni e un pubblico non abituato a lavorare con strumenti digitali. Uno dei limiti ancora non superati di questi strumenti è quello di essere limitati rispetto di una visualizzazione concreta delle informazioni digitali; se il riferimento che la telecamera legge è un volume, potrò ad esempio vedere proiettati sulla base del plastico le ombre al suolo ma non le ombre portate.

Produrre simulazioni che si prefiggono di raggiungere un buon dettaglio fotorealistico e una certa completezza nel riprodurre un ambiente urbano richiedono uno sforzo significativo. La difficoltà nel rendere digitalmente in modo adeguato la complessità della realtà è in parte risolta dalla *Augmented Reality* che sfrutta tecniche *GPS*. In questo caso infatti è possibile stare nel luogo della trasformazione e, indossando strumentazioni particolari, visualizzare il progetto virtuale sovraimpresso al contesto esistente. Questa tecnica consente infatti di vedere in modo contestuale e in tempo reale oggetti e esistenti ed elementi virtuali. Gli elementi virtuali possono essere georeferenziati, dinamici e percepiti fisicamente (se ne può avere infatti una sensazione fisica al tatto, grazie a guanti particolari indossati dall'utente) e possono replicare in tempo reale le caratteristiche di luce presenti nell'ambiente esistente [Lange and Bishop in Bishop et al 2005, p.14-15]. Questa possibilità risulta molto efficace nella presentazione dei progetti e consente una completa comprensione degli impatti. Per quanto molto efficaci nel descrivere l'esperienza visiva della trasformazione questi vantaggi sono chiaramente contrastati dalla necessità di trovarsi nel luogo, di dover indossare attrezzatura ancora ingombranti, di adeguarsi alle condizioni climatiche, di non poter prescindere dai tempi di percorrenza e di non poter visualizzare diverse situazioni modo accelerato.

Credo sia inoltre da tenere in considerazione come questo genere di esperienze virtuali possano comportare un ***rischio Disneyworld***, cioè di spettacolarizzazione in cui l'attrazione dell'esperienza in sé condizioni le considerazioni. Le valutazioni rispetto alla trasformazione possono risultare influenzate dall'accattivante, perché inusuale, esperienza di simulazione vissuta.

3.5. TIPOLOGIE A CONFRONTO E LORO COMPLEMENTARIETÀ

«Since no single medium meets all the criteria, optimal combinations always seem better than a single medium.››
[Appleyard 1976, p.70]

Ogni tipologia di simulazione possiede delle qualità peculiari che la caratterizzano. Come si è visto nei capitoli precedenti, alcune di queste sono relative al *medium* attraverso cui la simulazione è presentata, altre invece sono determinate dalla tecnologia e dalle tecniche utilizzate per produrle (*fig.90*). Uno sguardo d'insieme consente di formulare alcune considerazioni trasversali.

In primo luogo è possibile evidenziare come le tecnologie oggi utilizzate per produrre le simulazioni siano quasi esclusivamente di tipo digitale, unica eccezione è costituita dalla maquette. La sua matericità la rende unica e ne costituisce il peculiare punto di forza, decisivo anche nel determinare le modalità di produzione, di utilizzo e di fruizione.

Le caratteristiche delle diverse tipologie determinano le possibilità e l'efficacia nell'anticipare l'esperienza urbana. ***Simulazioni statiche*** consento di soffermarsi sui particolari ma non rendono complessivamente la visione dell'ambiente. ***Simulazione dinamiche***, al contrario, garantiscono una visione d'insieme che non sempre consente di cogliere i dettagli, come nel caso di video non interattivi. Quest'ultima modalità garantisce comunque un'interazione più vicina a quella reale, ma le due categorie appartengono in definitiva a diverse declinazioni delle possibilità conoscitive di anticipazione di un luogo [Shearer 2005, p.71].

Nei due anni di collaborazione col *Laboratorio di Simulazione Urbana* ho avuto la possibilità di partecipare attivamente alla realizzazione di diverse simu-

lazioni e ho personalmente istruito i numerosi studenti che hanno preso parte al lavoro. Questo percorso di partecipazione e tutoraggio mi ha dato l'opportunità di sperimentare in prima persona le problematiche da affrontare e di mettere a confronto le abilità necessarie per realizzare le diverse tipologie di simulazione[57]. Anche sulla scorta di questa esperienza è possibile sviluppare alcune considerazioni.

SIMULAZIONI ANALOGICHE

La realizzazione della ***maquette*** in scala, con relativa costruzione delle facciate rese fotorealisticamente, consente un'inclusione non selettiva dei collaboratori coinvolti, a differenza della produzione di simulazioni che si avvalgono di *software* di modellazione tridimensionale. Questo elemento è molto importante perché consente di usufruire di collaborazioni temporanee non specializzate in ambito professionale o di poter utilizzare lo strumento in ambito accademico senza la necessità di corsi propedeutici. Alla scala microurbana infatti la definizione del dettaglio volumetrico necessaria è molto semplice, le tecniche di modellazione fisica sono legate alla manualità e le operazioni da svolgere risultano essere molto intuitive. Ad esclusioni di edifici a geometria particolarmente complessa, per cui può essere necessario un maggior grado di professionalità, le tecniche di modellazione fisica sono facili da imparare e richiedono di un breve tempo di apprendimento.

SIMULAZIONI DIGITALI

I principali vantaggi delle ***simulazioni digitali***, al contrario, sono garantiti proprio dal fatto che non sono fisiche, cioè, per dirlo con le parole di *Nicholas Negroponte*, sono fatte di bit e non di atomi [Negroponte 1995,p.1]. La mancanza di matericità consente una veloce divulgazione delle simulazioni tramite web, a costo praticamente nullo; non vi sono problemi di trasportabilità dei dati e questo non vincola la presentazioni ad un luogo specifico, come invece avviene per le maquette alla scala urbana dove l'ingombro e il peso

57. Le simulazioni fino ad ora prodotte dal laboratorio o sulle quale è in corso una sperimentazione includono tutte le tipologie trattate nel capitolo ad esclusione della VR; è invece in corso una sperimentazione sul l'utilizzo della AR quale supporto per la descrizione dei grandi progetti di trasformazione urbana

(dato anche dal supporto) non consentono questa flessibilità. Si possono adattare a media diversi e uno stesso prodotto può essere applicato a diverse tipologie di simulazione fruibili contestualmente per mostrare aspetti diversi di uno stesso progetto [Batty 2006, p.799]. Se predisposte allo scopo, consentono inoltre una maggior versatilità rispetto ai layout da visualizzare.

Queste caratteristiche rendono possibile una visualizzazione contestuale in tempo reale di una o più simulazioni in luoghi diversi, aprendo la possibilità a collaborazioni a distanza. L'ampia diffusione di applicazioni che consentono una comunicazione interattiva, multimediale e diretta attraverso la rete, come quelli che si avvalgono della tecnologia *OverIp*, ampliano le possibilità di una collaborazione delocalizzata. Una sperimentazione in questo senso è stata sviluppata nel 2007 tra il *Carleton Immersive Media Studio* (*CISM*) della *Carleton University* (*Ottawa*) e la l'*Immersive Environment Laboratory* (*IEL*) della *Pennsylvania State University*. La ricerca indagava l'uso combinato della rete a banda larga e di diverse tecnologie di visualizzazione e comunicazione nello sviluppo un progetto architettonico frutto di una collaborazione a distanza (*Participatory Design Studio – PDS*). Lo studio ha permesso a due gruppi di studenti, localizzati in diverse università, di collaborare in tempo reale condividendo risorse e idee. Allo scopo sono state utilizzate diverse modalità di simulazione immersiva, che hanno garantito quel senso di presenza tra tutti gli attori coinvolti che ha agevolato una partecipazione coinvolgente al processo.

Una delle limitazioni non ancora superate nella produzione di simulazioni digitali è quella di richiedere una conoscenza specifica di alcuni *software*, come quelli di modellazione tridimensionale e di renderizzazione, anche se è ipotizzabile che in tempi non troppo lontani ci sarà una rivoluzione in questo senso. In particolare quando è richiesto un alto livello qualitativo, questi strumenti non risultano sempre di facile apprendimento e quindi utilizzo.

Rispetto all'interazione dell'utente finale con la simulazione digitale bisogna evidenziare come l'uso mediato dalle interfacce[58], il cosiddetto '*go-betweens*' (tastiera, mouse e simili), per alcune modalità di presentazione possono creare dei limiti nell'applicazione ad ampio raggio di questo approccio in ambito urbanistico (e non solo). Ma le possibilità degli strumenti lasciano intravedere interessanti possibilità una volta rimossi gli ostacoli [Breen 2001, p.156][59].

SCELTA DELLA TIPOLOGIA

Le possibilità comunicative proprie delle diverse tipologie di simulazioni non sono le uniche a determinarne l'utilizzo e non sempre è infatti possibile utilizzare quelle più appropriate. Nella ***scelta della tipologia di simulazione*** concorrono diversi fattori, tra cui la fase di avanzamento del progetto e del percorso decisionale, la tipologia di attori coinvolti o da coinvolgere, le capacità tecnica delle risorse umane preposte alla realizzazione delle simulazioni e la dimensione del gruppo di lavoro, nonché ovviamente la capacità di gestione che queste comportano. L'utilizzo di una particolare tipologia di simulazione in funzione dell'iter o per un determinato obiettivo non esclude la sua utilità anche in altri momenti o per altri scopi. Gli elementi che più frequentemente indirizzano la scelta sono le ***modalità di presentazione***, il ***costo*** di produzione e presentazione e il ***tempo*** necessario per realizzarle. Questi fattori si influenzano reciprocamente e concorrono alla definizione delle scelte. Non tutte le presentazioni consentono indifferentemente l'utilizzo di qualsiasi tipologia e non tutte le simulazioni utilizzabili sono accessibili in termini di costi e tempi.

---

58 . Nel 1981 la *Xerox Star Workstation* ideò la nuova generazione di *Graphic User Interface* che rivoluzionò l'approccio al computer, idearono infatti *desktop*, *mouse* e finestre che ancora oggi consentono l'interazione col pc [Ben-Joseph 2001, p.199]

59. ‹‹As many experts in this field will recognise, digital applications still rely on the 'go-betweens' of (screen/keyboard) interfaces and programming with serious limitations. We may have to wait for the introduction of wholly new generations of computer interfaces, programming and communication before digital techniques will truly fulfil their potentials in active design and imaginative presentation.›› [Breen 2001, p.156]

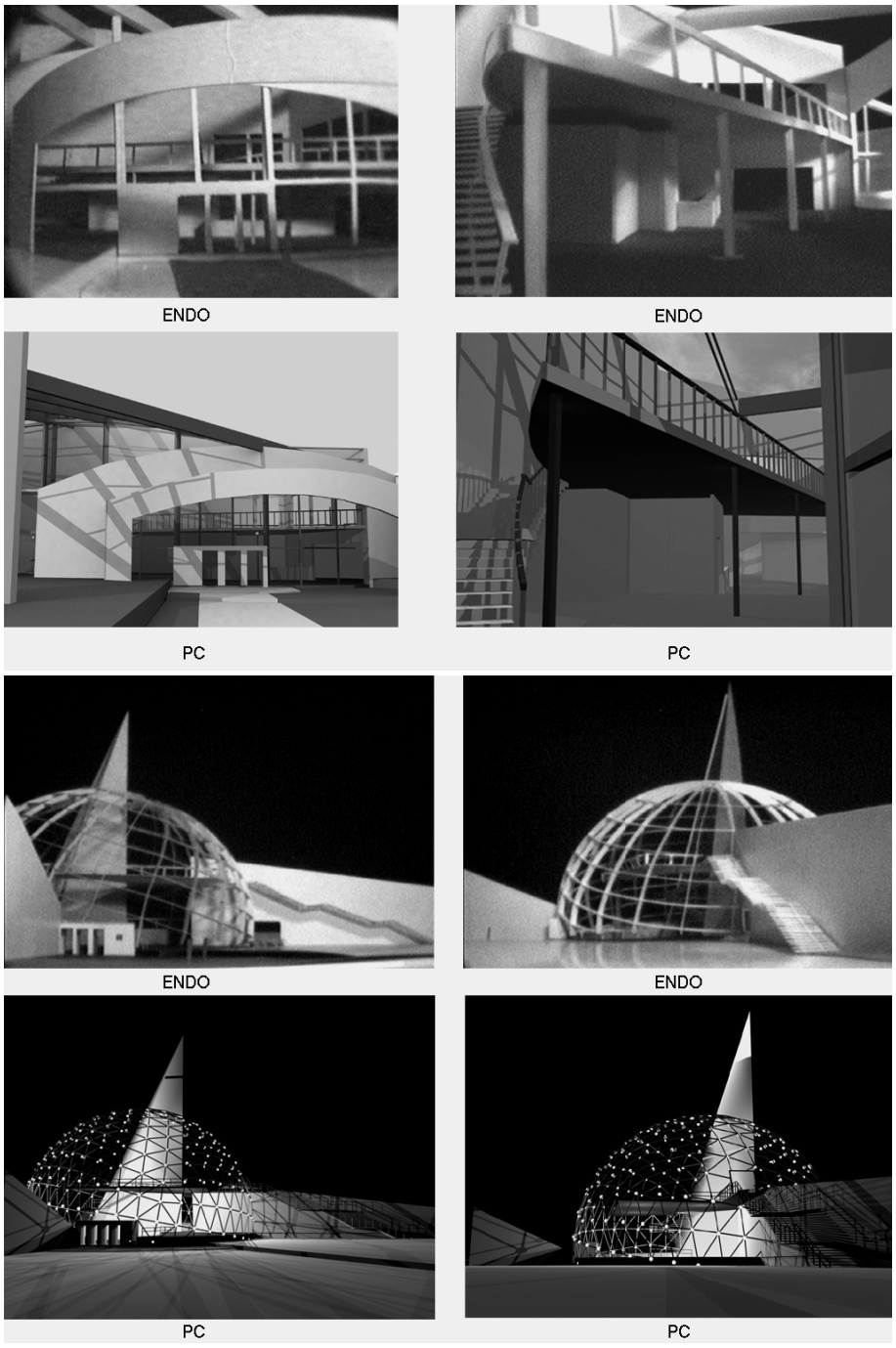
Non esiste una regola generale universalmente riconosciuta che consente di definire univocamente quale simulazione sia meglio utilizzare per quale obiettivo; le variabili da considerare fanno piuttosto propendere verso un approccio di volta in volta mirato in funzione di valutazioni specifiche per ogni progetto. In ogni caso è bene notare che costi e tempistiche non dovrebbero essere l'*unico* metro di valutazione rispetto alle simulazioni da impiegare, soprattutto per i grandi progetti di trasformazione urbana, dove l'impatto generato sulla città e l'impegno economico della trasformazione è rilevante e dove vengono di norma presentate un ventaglio simulazioni promozionali.

USO INTEGRATO

Nella determinazione delle tipologie più adatte rispetto alla trasformazione da descrivere è generalmente preferibile optare per ***utilizzo intergrato di diverse simulazioni***. La complementarietà collabora ad una resa più completa del contesto e del progetto perché ogni simulazione permette di comunicare meglio alcuni aspetti. Questo è dovuto anche al fatto che ogni tipologia consente di coinvolgere l'osservatore in modo diverso, stimolandone 'i sensi e la mente' con differenti livelli di partecipazione [Gorczyca et al. 2001, p.16]. Inoltre le diverse simulazioni collaborano reciprocamente a ridurre complessivamente le ineludibili limitazioni e distorsioni di ogni modalità, garantendo così una comunicazione più attendibile e una visione più verosimile degli esiti progettuali. La possibilità di raggiungere una maggior consapevolezza grazie all'utilizzo di diverse tipologie di simulazione ha portato diversi ricercatori a sostenerne un utilizzo integrato [Appleyard 1976, p.65] e sembra indicare che la compresenza di più tecniche non porti alla semplice somma dei singoli benefici ma generi un effetto cumulato rispetto alla comprensione del progetto. Perché ciò avvenga l'utente deve essere messo in grado di cogliere facilmente il collegamento che lega i diversi punti di vista proposti nelle simulazioni ed essere così messo in condizione di ricevere una visione complessiva dei diversi aspetti che caratterizzano la trasformazione. Questa necessità ha portato alcuni ricercatori a sviluppare strumenti che consentono di gestire diverse tipologie di simulazione simultaneamente [Ben-Joseph et al. 2001, p.196], tra questo riveste un particolare interesse il *Luminous Planning Table* (*v. cap.4.1*).

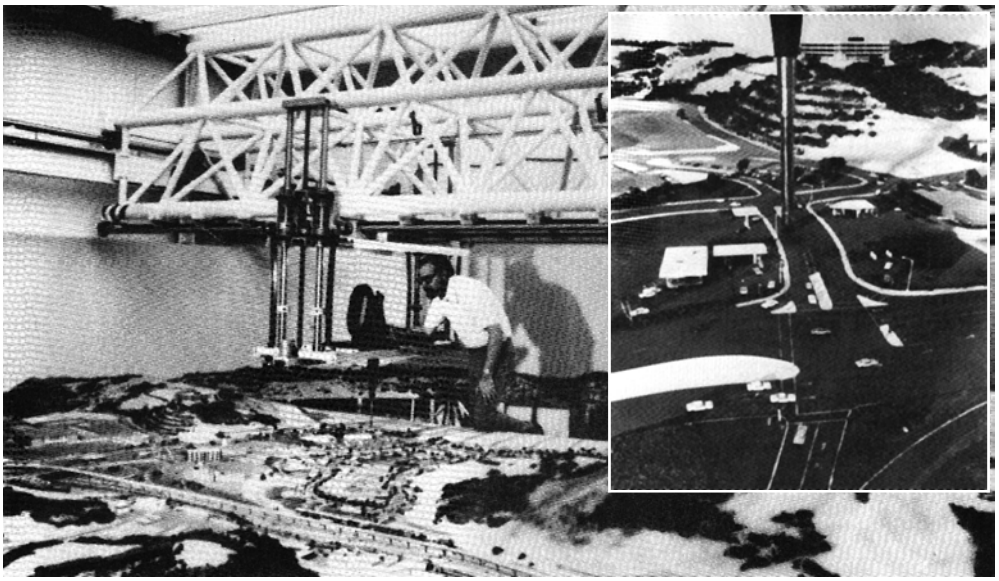
L'uso contestuale di diverse tipologie può anche prevedere un ***approccio multiscalare***, che può proporre simulazioni piane da distanza diverse, come fotomontaggi dello *skyline* o viste in soggettiva da diversi punti della città o modelli a differenti scale. Questo collabora ad una descrizione della trasformazione che abbraccia più punti di vista per approfondimenti multilivello. Questa variabile determina il dettaglio necessario per ogni simulazione e le tecniche da impiegare, ma l'articolazione degli esiti conoscitivi collabora ad una valutazione unitaria che considera l'interazione del progetto a diverse scale per una verifica trasversale della qualità complessiva della trasformazione urbana. Alla scala urbana sarà così possibile stimare l'impatto con la città, alla scala locale o microurbana il rapporto morfologico col contesto e la sua influenza sulla quotidianità dei luoghi e alla scala edilizia sarà invece possibile scendere ad analisi di dettaglio.

La predisposizione delle basi delle simulazioni a diverse scale favorisce la comparazione. Una stessa base può essere infatti utilizzata per testare futuri alternativi in funzione di valutazioni che considerino la complessità degli impatti in senso orizzontale, ossia all'interno di una singola scala, e in senso trasversale, per cogliere cioè le interazioni con il territorio (*fig.91*). A questo proposito i modelli che rappresentano un ampia porzione di territorio, siano essi digitali o fisici, possono risultare utili nel consentire di riprodurre viste che considerano un'ampia porzione di contesto (*fig.92*).



90. Comparazione tra simulazioni realizzate da modelli digitali e da maquette, riprese da un medesimo punto di vista
[Fonte: Matalasov et al. 2003, pp.55-56]

91. Maquette realizzate a scale differenti per una valutazione integrata degli esiti progettuali [Fonte: Satoh 2007, p.25]

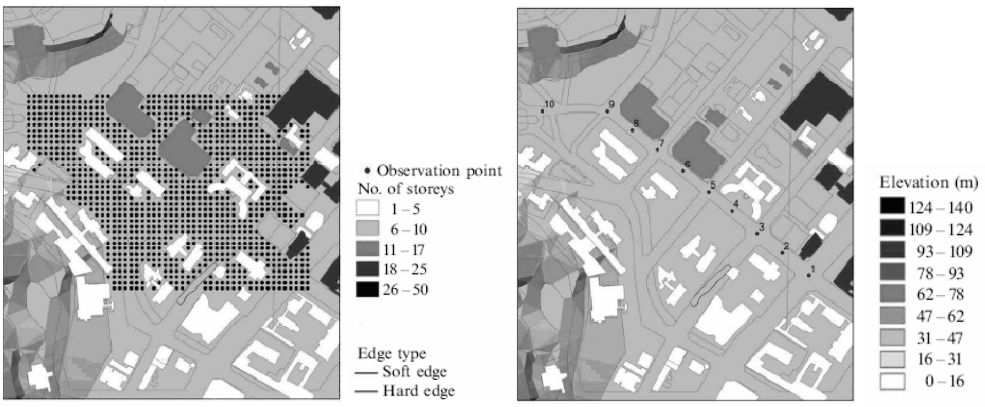


92. Anche con maquette di grandi dimensioni è possibile realizzare le viste in soggettiva significative [Fonte: Burden 1985, p.81; *Enironmental Simulation Laboratory* (*University of California*)]

L'approccio transcalare, oltre a supportare le valutazioni, può contribuire a far emergere i soggetti coinvolti dalle trasformazioni, siano essi promotori, progettisti, amministratori, attori locali o cittadini, permettendo di definire politiche mirate di compensazione e partecipazione.

L'auspicio alla complementarietà non si esaurisce con l'utilizzo di diverse tipologie di simulazione, ma si riferisce anche all'***utilizzo complementare di simulazioni e altre modalità di rappresentazione e analisi***. La comprensione degli esiti di un progetto da un punto di vista esperienziale è sicuramente importante, ma questo ovviamente non esclude il valore e l'utilità garantita da altre modalità d'indagine. È quindi preferibile una presentazione che si appoggi a diverse sistemi, perché guardare alla trasformazione da diversi punti di vista consente una 'comprensione multilivello' [Appleyard 1976, p.61] che mira ad una maggior completezza.

L'uso della simulazione può essere utilmente associato, oltre alle modalità di rappresentazione più tradizionali, ad alcune particolari tipologie di indagini. Tra queste le analisi che studiano la visibilità di un luogo e che vengono realizzate grazie a strumenti quali *isovist*, *graph analysis*, *viewsphere* (*fig.93*).

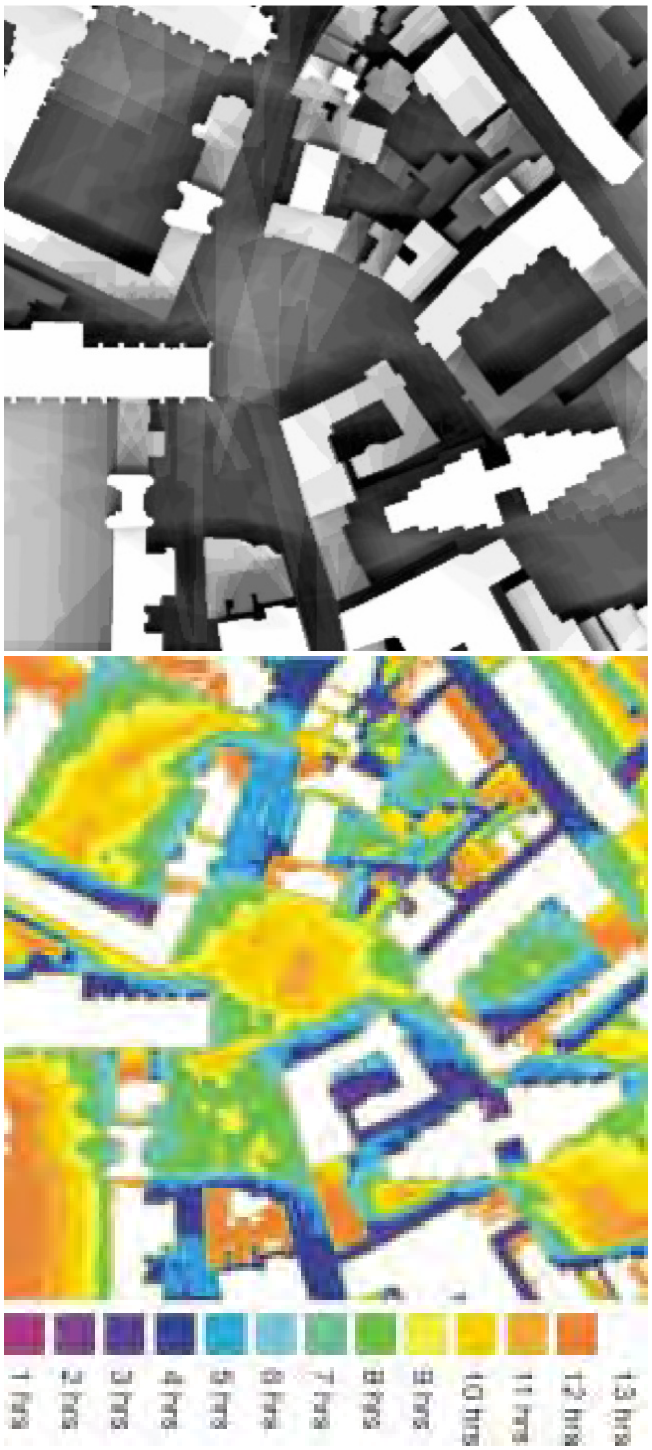


93. Esempio di *Viewsphere* analisi: studio non direzionale (a sinistra) e direzionali (a destra) della visibilità di un luogo lungo un percorso pedonale; l'analisi non direzionale consente un indagine che tiene in considerazione i movimenti degli occhi, della testa e del corpo e consente una mappatura del livello di visibilità per un'area, mentre l'analisi direzionale tiene in considerazione la traiettoria e viene pertanto generalmente applicata per individuare le visuali lungo un percorso; è possibile sviluppare quest'ultima analisi in funzione di diverse velocità dell'osservatore (con l'aumento della velocità l'angolo di visuale si riduce)
[Fonte: Yang et al. 2007, p.982, fig.6a]

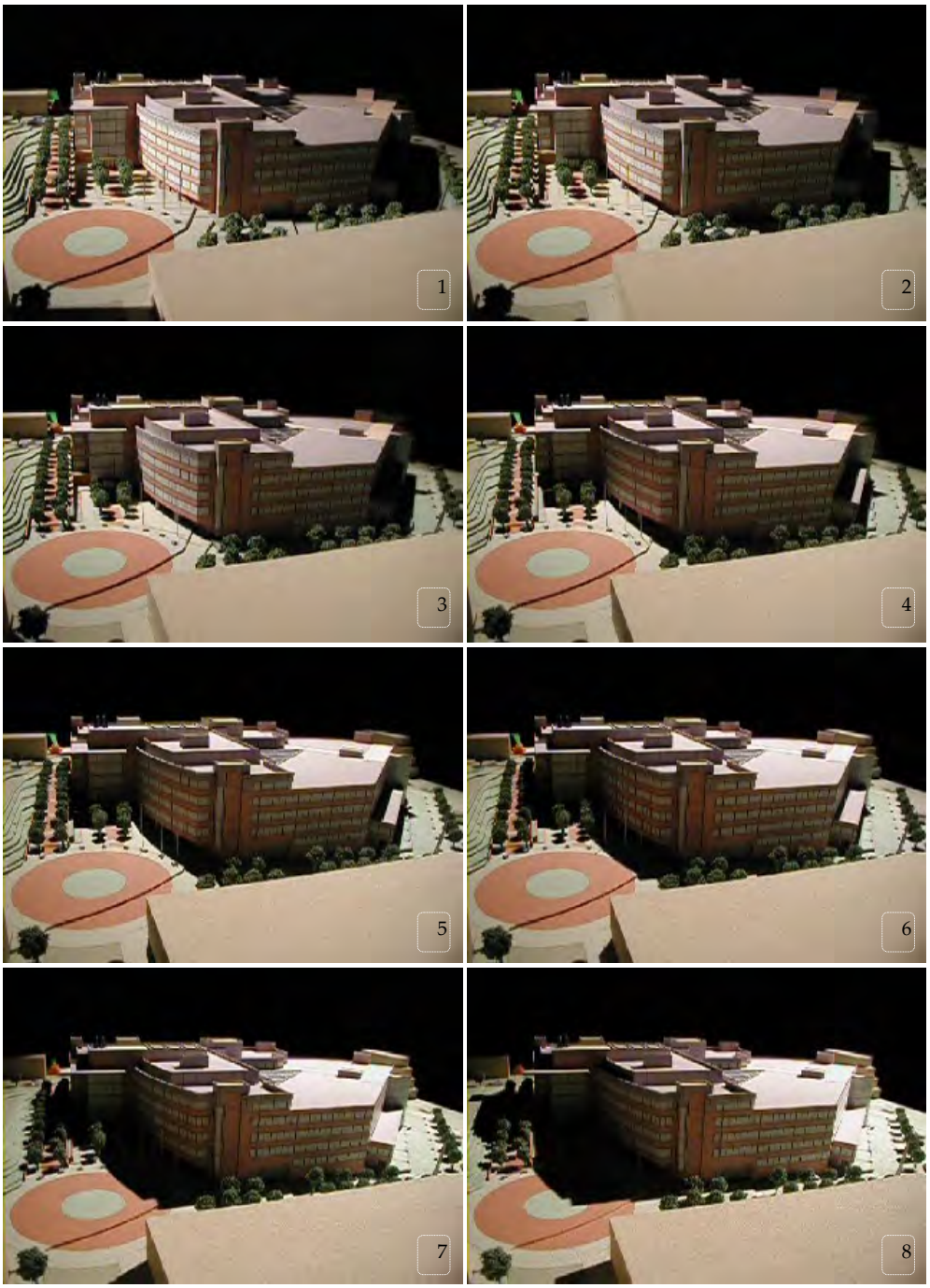
Gli esiti di queste analisi possono contribuire ad identificare aspetti notevoli che richiedono un'attenzione specifica anche da un punto di vista percettivo, dando così la possibilità di formulare valutazioni che tengano in considerazione i due aspetti.

In particolare queste indagini possono aiutare a definire i luoghi della città esistente su cui la trasformazione sarà più visibile, luoghi che coincideranno con i punti di vista che meritano una riflessione e una verifica. Non sempre però maggior visibilità vuol dire visuali più sensibili o rappresentative, queste caratteristiche dipendono infatti in modo diretto dal contesto osservato e in questo senso la simulazione può dare un contributo.

Un altro esempio di possibile cooperazione tra simulazione e altre metodologie concettuali è riferibile alla lettura dell'ombreggiamento indotto dalle trasformazioni sulla città esistente, analisi che collabora alla previsione del *comfort* degli spazi pubblici. Anche in questo caso la simulazione può permettere di visualizzare esiti progettuali e punti i vista rilevanti evidenziate da altri tipi di analisi (*fig.94*). La descrizione dell'ombreggiamento in un momento particolarmente significativo o lungo una giornata o un anno può essere evidenziata da simulazione che consentono una visualizzazione immediata. Dal momento che l'ombreggiamento è contraddistinto da un movimento continuo la simulazione dinamica consente in questo senso una descrizione più completa (*fig.95*).



94. "Mappa della protezione solare. I grigi più scuri corrispondono alle zone con una più elevata media annuale di ombra" (a sinistra); "Mappa delle ore di sole. Tratta dalla mappa dell'ombreggiatura; ciascun colore corrisponde alla media delle ore di esposizione al sole per ciascuna zona" (a destra) [Fonte: Steemers , Koen A.; Ramos, Marylis C.; Sinou , Maro, [2004], "Morfologia urbana", in A-a.Vv., *Progettare gli spazi aperti nell'ambiente urbano: un approccio bioclimatico*, (progetto Ruros: Rediscovering the Urban Realm and Open Space), *Centre for Renewable Energy Sources* (*C.R.E.S.*)]



95. Esempio di simulazione delle ombre realizzato con maquette e Heliodom (frame tratti da un video) [Fonte: *Seattle Daylighting Lab* www.daylightinglab.com/daylighting/daylighting_heliodon.htm]

In conclusione si può affermare che nonostante i grandi passi avanti avvenuti negli ultimi decenni in campo informatico la maquette rimane uno strumento ancora insostituibile che però può essere utilmente affiancato da digitali. È possibile che un ulteriore avanzamento tecnologico contribuisca a diminuire progressivamente l'impiego di modelli fisici, ma è forse al momento più realistico pensare, e forse maggiormente auspicabile, che anche la maquette subirà un'evoluzione verso una maggior integrazione col digitale. Questa possibilità è legata in modo particolare allo sviluppo dell'*AR*, che è appunto caratterizzata dalla possibilità di far interagire elementi virtuali con elementi fisici.

Lo sviluppo di alcuni strumenti digitali fanno invece presumere una velocizzazione dei processi di costruzione virtuale degli ambienti urbani che fa supporre un impiego sempre più diffuso di simulazioni fotorealistiche anche per progetti di piccole dimensioni, nonché la possibilità inserire tutte le previsioni di trasformazione in modelli virtuali dell'intero ambiente urbano per una condivisione allargata delle trasformazioni tramite web. Non è un caso che si stiamo sviluppando società commerciali che propongono modelli 3D digitali fotorealistici delle grandi città. Lo sviluppo degli *Urban Center* nel nostro paese non può che rinforzare l'idea di un'evoluzione nei modi di comunicare il futuro delle città per una informazione non esclusiva.

Uno sviluppo in questa direzione e un maggiore impiego della simulazione percettiva lasciano intravedere interessanti vantaggi sia in fase creativa che lungo il processo di valutazione e partecipazione che accompagna l'evoluzione e la definizione dei progetti.

4. Simulazione e formazione

4.1. UNO STRUMENTO DI SPERIMENTAZIONE NEL PERCORSO DIDATTICO

4.1.1. LA SIMULAZIONE NELLA DIDATTICA DEL PROGETTO

«However, with their educated skills to read drawings and to imagine the space, architects could be denominated as 'visualliterates'.›› [Stellingwerff 2001, p.162]

In sede di ***lezioni teoriche*** le simulazioni possono contribuire ad illustrare i temi legati all'*Urban Design* e alla pianificazione grazie ad esemplificazioni che risultano di grande evidenza per la loro semplicità di lettura. Gli aspetti che contraddistinguono un progetto sono molteplici e possono riguardare, ad esempio, le funzioni, la struttura, gli aspetti tecnici, estetici e compositivi [Breen 1996, p.65]. Tutti questi temi possono essere descritti in modi diversi e ogni metodo impiegato può contribuire a mettere in evidenza un aspetto peculiare del progetto preso in esame. In questo quadro la simulazione può collaborare a mostrare come una trasformazione inciderà sull'esperienza urbana dal punto di vista della percezione visiva; rispetto a questo particolare punto di vista le proporzioni geometriche degli elementi progettuali non saranno più assolute ma varieranno in funzione della posizione dell'osservatore e così dimensioni, proporzioni e ritmo possono risultare accentuati o smorzati in funzione dei possibili punti di osservazione nella città. Anche la percezione dei materiali, della tessitura e dei dettagli verrà influenzata dalle diverse condizioni di luce che caratterizzano un luogo in diversi momenti della giornata e dell'anno. La rappresentazione concettuale dei progetti è infatti imprescindibile da quella percettiva e la comprensione di

questi esiti può essere agevolata da strumenti di visualizzazione capaci di restituire fedelmente il rapporto spaziale che lega soggetto e oggetto osservato. Questo legame non sfugge di certo ai professionisti, ma anche per loro la visualizzazione mentale delle mutevoli ricadute percettive non è sempre facilmente gestibile; gli stessi progettisti ricorrono infatti a viste in soggettiva per verificare alcuni aspetti specifici. Questo stesso approccio può essere impiegato in ambito didattico per illustrare agli studenti gli esiti progettuali. L'esperienza degli ambienti urbani si configura come una sequenza dinamica e questo è un aspetto essenziale di comprensione dei progetti. La simulazione ricostruisce questi aspetti e collabora ad una lettura complessiva degli esiti; i diversi elementi architettonici che costituiscono la scena urbana vengono presentati in combinazione tra loro e associati ad momenti particolari che caratterizzano l'ambiente in modo variabile, come avviene per il soleggiamento. Questo metodo è utile per anticipare gli esiti progettuali così come per confrontare ambienti e soluzioni diverse in un unico luogo.

Inoltre l'uso di immagini a supporto della comunicazione verbale concorre a mantenere viva l'attenzione e contribuisce all'efficacia della comunicazione. L'immediatezza delle simulazioni riduce i tempi di interpretazione e decodifica, processo tanto più difficile quanto meno si è padroni della materia, lasciando più agio per rielaborare le nozioni e per sviluppare considerazioni proprie. Perché questo processo virtuoso si attui è però necessario un sforzo nel proporre presentazioni con tempistiche che mantengano viva l'attenzione e dove la quantità di informazioni visive non risulti eccessiva, elemento che può confondere invece di chiarire.

VISUALIZZAZIONE DI DISEGNI CONCETTUALI

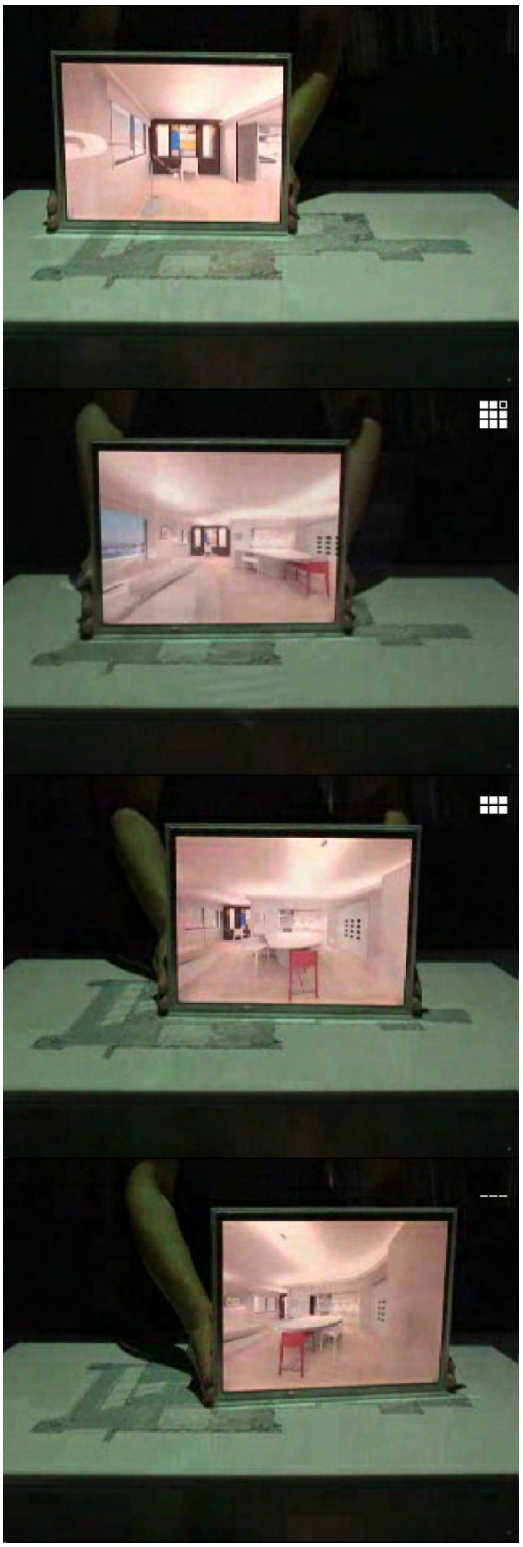
Un'esigenza che caratterizza architetti e urbanisti è la capacità di ***leggere i disegni concettuali*** e immaginare correttamente lo spazio nella sua tridimensionalità [Stellingwerff 2001, p.162]. Gli studenti apprendono queste capacità lungo il percorso di formazione e la affinano durante l'esperienza professionale. La necessità di correlare la visione astratta e sintetica di schizzi e dise-

gni tecnici alla configurazione tridimensionale degli spazi e agli effetti percettivi ad essa riconducibili ha portato lo sviluppo di diverse ricerche in campo scientifico. Tra queste è d'interesse in ambito didattico il *Deskrama*[60] (*fig.96*), strumento recentemente sviluppato al *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) dal laboratorio *Architecture, Representation and Computation (ARC)* diretto e fondato da *Takehiko Nagakura*. Questo strumento *low-cost*, interattivo, intuitivo e portatile consente di collegare una rappresentazione concettuale, quale una pianta architettonica o la planimentria di una città, alla sua visualizzazione prospettica e fotorealistica. Facendo semplicemente scorrere un leggero pannello LCD sulla pianta è possibile 'navigare lo spazio' ('*space browser*') per visualizzare immediatamente sul foglio stesso la corrispettiva simulazione tridimensionale nel punto (*fig.97*) [Fonte: Nagakura et al. 2006, p.1].

Deskrama

96. *Deskrama*: strumento che consente una visualizzazione sincrona di rappresentazioni concettuali ed percettivi
[Fonte: Nagakura et al. 2006, p.1]

60. Il *Deskrama* nasce da un'evoluzione del *Digirama*, dispositivo di applicazione meno versatile. Inventato nel 1997, questo strumento consente di simulare, in modo sincronizzato, viste di uno stesso ambiente su uno schermo che si sposta rispetto dall'utente e da questo movimentato; spostandosi sul pavimento, dove è rappresentata la pianta di un ambiente, le prospettive esposte cambiano in funzione della posizione del soggetto [Fonte: Nagakura et al. 2006, p.1]



97. Il *Deskrama* consente di muoversi in tempo reale in modo intuitivo
[Fonte: http://cat2.mit.edu/deskrama frame tratti da un video realizzato dal laboratorio *ARC*]

Per quanto sia necessaria una predisposizione del modello 3D digitale e del relativo *render*, questo strumento risulta di grande interesse da un punto di vista formativo, perché aiuta i futuri professionisti a comprendere in modo più concreto ciò che viene sinteticamente rappresentato, abituandoli a quel meccanismo immaginativo che consentirà di colmare lo scarto tra disegno astratto ed esiti percettivi.

La simulazione può essere utile riferimento per la presentazione di progetti, attuali o storici, e per mettere in evidenza alcune caratteristiche specifiche. La sua capacità di rendere evidente la percezione degli ambienti la rende uno strumento prezioso nelle comunicazioni che trattano gli aspetti fisici dell'urbanistica. Le simulazioni possono infatti coadiuvare l'illustrazione di progetti rimasti sulla carta o non più esistenti, da realizzare o in essere, o semplicemente consentire la visualizzazione di ambienti urbani esistenti agevolando la comparazione tra diverse caratteristiche, condizioni o soluzioni progettuali. Può inoltre aiutare a sostenere l'approfondimento di alcuni temi specifici e a rapportare le rappresentazioni concettuali del progetto alle conseguenze sulla qualità della vita urbana. Il confronto tra situazione presente e futura di un'area o tra soluzioni differenti può, ad esempio, aiutare l'apprezzamento dell'impatto visivo delle proposte progettuali. La comparazione può anche aiutare gli studenti a comprendere alcuni effetti indotti delle diverse soluzioni attraverso approfondimenti tematici che evidenziano condizioni specifiche, come ad esempio l'effetto dell'ombreggiamento indotto sullo spazio pubblico. Il docente può quindi fare riferimento a materiali che risultano di immediata lettura a supporto delle presentazioni e stimolare alcune considerazioni da parte degli studenti.

Diverse ricerche si avvalgono della simulazione per la ricostruzione di progetti urbani e si possono prestare quale materiale di riferimento per le lezioni universitarie, ma alcune simulazioni possono anche essere costruite *ad hoc* per analizzare e mettere in luce i temi ritenuti più interessanti di un progetto, o possono essere gli studenti stessi a realizzarle per sviluppare delle indagini mirate su un autore o su un tema specifico (*v.cap.4.1.2*).

Moscow Architectural Institute

Vi sono diverse università che si avvalgono della simulazione percettiva in ambito formativo. Tra queste la *Moscow Architectural Institute* (*MARCHI)* lavora da anni in questa direzione. Nei primi anni di corso vengono tenute delle lezioni presso il *Video System Laboratory* sul tema della simulazione. Vengono presentati agli studenti alcuni casi studio relativi ad esperienze sviluppate dai diversi laboratori e vengono al contempo illustrate le nozioni di base che consentono la corretta applicazione delle tecniche. Parte del corso mira a far comprendere agli studenti come la simulazione, se non effettuata in modo appropriato, possa falsare la percezione di un ambiente. Negli ultimi anni di corso, invece, gli studenti sono spinti a lavorare con le tecniche di simulazione quale supporto all'ideazione di progetti complessi. Parte del lavoro di approfondimento, generalmente svolto alla scala architettonica, è rivolto alla verifica delle soluzioni adottate da un punto di vista percettivo. Lungo le fasi del percorso progettuale gli studenti, con la guida dei *tutor*, sono stimolati a valutare il proprio progetto in funzione del contesto ed apportare le azioni correttive necessarie perché gli obiettivi previsti vengano raggiunti anche da un punto di vista percettivo *(fig.98)* [Matalasov et al 2001, pp.180-193].

98. Simulazioni realizzate dagli studenti della *Moscow Architectural Institute* (*MARCHI*) nel corso svolto al laboratorio di simulazione *Video System Laboratory*. Da destra a sinistra: modello digitale, reso in modo astratto, del progetto inserito nel contesto; foto dell'esistente; primo fotomontaggio del progetto sullo stato di fatto; simulazione fotorealistica dell'inserimento del progetto nel contesto. [Fonte: Matalasov et al. 2001, pp.190-191]

SVILUPPO DI UN'ATTITUDINE CRITICA

La presentazione delle trasformazioni urbane attraverso diverse tipologie di simulazione può aiutare l'illustrazione dei progetti, mentre il confronto tra le simulazioni ufficialmente impiegate per presentare i progetti e analoghe realizzate *ad hoc* per verificarne l'attendibilità può essere utile a sviluppare un'***attitudine critica***. In questo senso la comparazione tra simulazioni più o meno virtuose di uno stesso soggetto, o di soggetti comparabili, coadiuva l'apprendimento delle possibili ricadute conoscitive legate all'utilizzo improprio di uno strumento così comunicativo (*fig.99*).

99. Raffronto tra due simulazioni ritratte da uno stesso punto di vista (cima della Torre Branca a Milano). Le proporzioni, e quindi l'impatto, del progetto Garibaldi Repubblica risultano diverse, ma entrambe le simulazioni appaiono realistiche. Senza riferimenti o senza la necessaria esperienza, che consente una lettura critica, non è facile rendersi conto della impropria anticipazione della configurazione urbana dell'immagine in alto (nella simulazione in basso è ritratta una versione del progetto meno aggiornata, ma il progetto Città della Moda -sulla sinistra- è lo stesso e su questo la differenza è evidente).
[Fonte: http://skyminoshouse.blogspot.com (in alto); *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

La comprensione delle possibili distorsioni interpretative legate a una produzione non accurata delle simulazioni, congiuntamente all'apprendimento di alcune tecniche, consente agli studenti di acquisire una capacità spendibile professionalmente. Interessante a questo proposito è il lavoro svolto nel 2006 dall'*Environmental Simulation Center* di *New York* su incarico e in collaborazione con il *Council of Brooklyn Neighborhoods*. Il *team* ha sviluppato un'indagine mirata all'individuazione e correzione delle distorsioni presenti nelle simulazioni presentate sul tema *Visual Resources and Shadows* nel *Draft Environmental Impact Statement for Atlantic Yards Arena and Redevelopment Project Draft (DEIS)* che accompagnava la presentazione dei progetti di trasformazione urbana[61]. A questo scopo è stata fatta una valutazione dell'accuratezza e completezza dei materiali proposti e, di conseguenza, so-

deis

61. La trasformazione prevedeva un progetto a destinazione mista che insisteva su una superficie territoriale di 22 acri (circa 90.000 mq) nell'area di *Atlantic Terminal a Brooklyn*, *New York*

no state indicate le correzioni necessarie a garantire una simulazione fedele degli impatti dei progetti previsti. Gli obiettivi, che avrebbero dovuto guidare la redazione dei materiali in revisione, erano chiaramente esplicitati dal *Scoping Document for the Atlantic Yards*; questo documento chiedeva la produzione di «*photo-simulations or appropriate renderings to accurately depict the context of the proposed project and the visual effect of the project in the study area*››. Ma, come evidenziato dal laboratorio newyorkese, i fotomontaggi realizzati presentavano delle distorsioni rispetto all'effettivo impatto visivo della trasformazione.

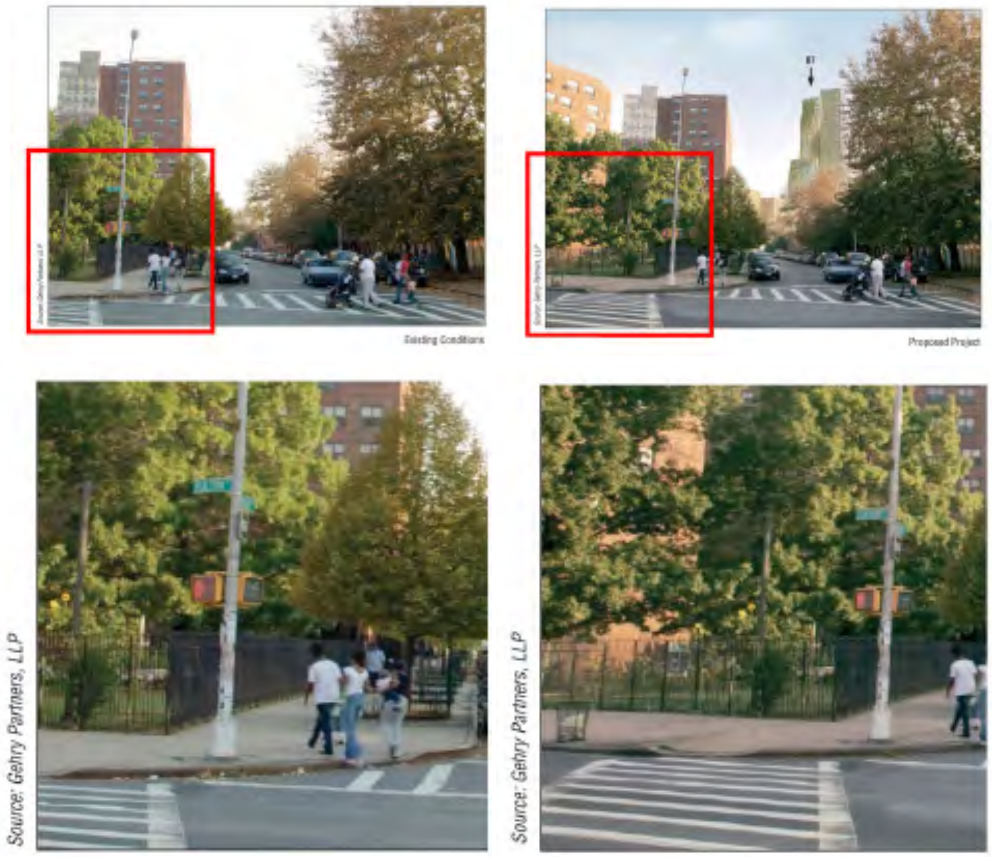
Gli errori erano imputabili a diversi fattori, tra cui un'imprecisa collocazione spaziale e dimensionale del progetto che comprometteva, di fatto, l'utilità stessa delle simulazioni. Da un'attenta analisi emergeva inoltre come alcuni interventi correttivi tendessero a migliorare le simulazioni di progetto rispetto a quelle della condizione esistente, che veniva impiegata quale riferimento di comparazione. Tra i ritocchi effettuati alcuni inducevano la percezione di un ambiente complessivamente più gradevole nei fotomontaggi del progetto rispetto alle immagini dell'esistente. Tra questi vi era il trattamento del cielo, che dal grigio di una giornata nuvolosa diventava di un blu più intenso nella simulazione, e un taglio differente nelle due immagini che non presentavano, di conseguenza, lo stesso angolo visivo *(fig.100).* Altri miglioramenti prodotti esclusivamente sulle simulazioni riguardavano, ad esempio, la correzione della prospettiva e del colore degli edifici esistenti *(fig.101)*. Inoltre le immagini non includevano tutta l'area realmente visibile dal punto di ripresa e restituivano quindi solo una porzione dell'ambiente effettivamente percepibile; a compromettere ulteriormente l'attendibilità della simulazione vi era poi l'impiego, in fase di ripresa, di un obiettivo grandangolare che induce una distorsione nella corretta percezione della dimensione e della distanza tra gli elementi della comparazione.

Un altro importante elemento di valutazione dell'efficacia delle simulazioni riguardava il corretto posizionamento e dimensionamento del progetto rispetto al contesto (*fig.102*). Com'è stato evidenziato nei capitoli precedenti questo tipo di valutazione, salvo errori macroscopici, non è sempre di facile

individuazione. Proprio per questo motivo il laboratorio ha dovuto produrre ex novo alcune simulazioni, con identici punti di ripresa e di mira, che sono state usate quali test di valutazione dell'affidabilità dei fotomontaggi originali. Per effettuare questo tipo di indagine è stato sufficiente realizzare un 3D digitale dell'area con volumi semplici. Gli esiti del raffronto tra la simulazione originale e quella prodotta per la verifica dell'accuratezza hanno evidenziato una discrepanza di esiti. Nello specifico la simulazione originale proponeva gli edifici di progetto sovradimensionati e collocati in modo approssimativo. Da ulteriori analisi sperimentali è stato ipotizzato come il problema fosse probabilmente causato da una scorretta localizzazione della camera nel modello virtuale[62]. Questo problema lascia intravedere anche un'altro dato, ovvero che probabilmente nel produrre le simulazioni originali non è stato utilizzato il modello virtuale del contesto quale riferimento di verifica dell'effettiva accuratezza del lavoro.

La comparazione tra simulazioni più o meno affidabili è ovviamente un metodo estremamente efficace per mostrare come alcuni distorsioni possano fuorviare l'osservatore e in qualche caso compromettere le valutazioni. Lo stesso risultato, ovviamente, può essere anche esito di paralleli tra simulazioni e immagini del progetto effettivamente realizzato o, quando è possibile, di un'osservazione diretta sul posto.

62. Rispetto al punto di vista della foto originale gli edifici di progetto appaiono più grandi perché la camera virtuale è stata collocata più vicina alla trasformazione rispetto a dove avrebbe dovuto essere per restituire fedelmente la condizione futura



100. Comparazione tra le immagini presentate nel *DEIS* e revisionate dall'*Environmental Simulation Center*. Lo scatto in alto a sinistra è la foto originale impiegata per descrivere lo stato di fatto, l'immagine in alto a destra è invece la simulazione proposta per presentare il progetto. In basso vi è l'ingrandimento di dettaglio della porzione riquadrata delle immagini in alto.
[Fonte: Janes 2006, p.3]

101. Comparazione tra le immagini presentate nel *DEIS* e revisionate dall'*Environmental Simulation Center*. Lo scatto a sinistra è la foto originale impiegata per descrivere lo stato di fatto, l'immagine a destra è invece la simulazione proposta per presentare il progetto. il rettangolo rosso individua gli elementi modificati nella simulazione rispetto alla foto dello stato di fatto.
[Fonte: Janes 2006, p.4]

102. Comparazione tra le immagini presentate nel *DEIS* e revisionate dall'*Environmental Simulation Center*. In alto a sinistra: foto originale dello stato di fatto; in alto a destra: simulazione originale di presentazione del progetto. In basso a sinistra: simulazione per volumi semplici prodotta dal laboratorio per valutare l'affidabilità della localizzazione e dimensionamento della simulazione originale; in basso a destra: sovrapposizione tra le due simulazioni con annotazione delle discrepanze. [Fonte: Janes 2006, pp.7-9-10]

4.1.2. LA SIMULAZIONE NELLA PRATICA DI LABORATORIO

‹‹Perceptual simulation is, together with the significance of experiencing and evaluating the urban environment in the eye-level horizon, a starting point of spatial model simulation methods as a supportive experimental creative and verification tool.›› [Kardoš 2001, p.194]

Il metodo formativo più efficace rispetto ai temi della simulazione è sicuramente quello ***applicativo*** in cui lo studente apprende "attraverso il fare" [Schön 2006, p.46]. Il coinvolgimento diretto consente di avvicinare virtualmente lo studente al mondo della pratica professionale e gli dà la possibilità di applicare le conoscenze apprese dalle lezioni teoriche e di sviluppare capacità di analisi e di valutazione sotto la guida esperta del *tutor*. Mettere in pratica ciò che si è appreso nelle lezioni teoriche consente di leggere alcuni risvolti dei temi trattati e di comprenderne con più efficacia ragioni ed esiti. In effetti alcune abilità, anche se capite a livello teorico, si possono fare proprie solo attraverso il fare. In questo senso il carattere di sperimentazione e verifica in itinere diviene elemento chiave d'apprendimento. È proprio attraverso un approccio "costruttivista" [Schön 2006, p.69] e sperimentale che il professionista dà coerenza alle situazioni con cui si trova a confrontarsi e questa abilità può essere acquisita solo sperimentalmente in prima persona. In questo percorso la simulazione può giocare il ruolo di facilitatore grazie all'immediatezza di comunicazione che la caratterizza, ma perché il processo sia virtuoso è bene che venga correttamente prodotta e impiegata. Questo percorso sperimentale può sostenere il processo di ideazione progettuale, di realizzazione delle simulazioni e di dibattito rispetto agli esiti. Chiaramente la simulazione è solo un mezzo che può intervenire in questo processo quale supporto che aiuta ad esplicitare gli esiti delle azioni progettuali, ma la sua applicazione non è in alcun modo garanzia di un progetto ben riuscito; come

nota efficacemente *Ranulph Glanville* riferendosi all'uso della simulazione in ambito progettuale «*It doesn't matter how excellent and accurate the means of assessment: they won't make a bad idea good (although they may help us see that a seemingly good idea is, in fact, bad)*» [Glanville 1993, p.187].

La simulazione è nata negli anni trenta[63] nel campo dell'aereonautica militare per aiutare i piloti a reagire in modo efficace a situazioni di pericolo. In questo campo l'addestramento a situazioni estreme è un elemento chiave del percorso di apprendimento, ma prima dell'utilizzo di questi strumenti la preparazione poteva essere fatta solo a livello teorico. Fin dai primi impieghi di questa nuova modalità è emerso con chiarezza che il coinvolgimento diretto in una situazione di rischio, per quanto simulata, innalzava in maniera decisiva le probabilità di una risposta efficace in caso di reale necessità. Questo approccio sperimentale consente infatti all'allievo di verificare a priori una situazione, di riflettere sui propri errori e di lavorare per migliorare gli esiti. La possibilità di verificare i risultati ottenuti rispetto alle intenzioni consente così all'allievo di acquisire maggior consapevolezza.

Nonostante la distanza tra gli ambiti formativi il ruolo che la simulazione può giocare nell'ambito della progettazione urbana è paragonabile; può infatti aiutare gli studenti ad irrobustire il proprio bagaglio conoscitivo in modo sperimentale. Visualizzare gli esiti dei propri sforzi progettuali consente di verificare in maniera intuitiva l'effettiva corrispondenza tra risultati ed intenzioni grazie ad un *setting* che, usando le parole di *Schön*, si può definire "a basso rischio" [Schön 2006, p.47]. Questa possibilità alimenta un percorso di riflessione costruttiva che, grazie alla verifica, alimenta l'ideazione. La simulazione può infatti sostenere il percorso progettuale aiutando a dare evi-

63. In ambito urbanistico i primi esperimenti che traevano spunto da questo approccio sono stati sviluppati negli anni sessanta da *Peter Kamnitzer*, fondatore dell'*Urban Simulation Team* della *University of California* di *Los Angeles* (UCLA). Per questo progetto, denominato"Cityscape", è stata impiegata la tecnologia del simulatore di volo sviluppato dalla NASA per l'addestramento degli astronauti al primo atterraggio sulla Luna. L'obiettivo era quello di consentire la navigazione real-time all'interno di città virtuali.

denza, e quindi a prendere coscienza, degli esiti effettivamente ottenuti. La possibilità di leggere in modo immediato le deviazioni inattese rispetto alle ipotesi progettuali sprona lo studente ad interrogarsi sulle ragioni di tale distacco. Si attua così un importante momento di riflessione che indaga le azioni svolte e i passaggi attuati in funzione degli esiti previsti e quelli effettivamente ottenuti. Questo processo porta lo studente a soppesare le azioni intraprese e a rendere più evidenti alcuni processi. Questo meccanismo lo porta a confrontarsi con la situazione in maniera più conscia e quindi a relazionarsi ad essa con maggior lucidità contribuendo in definitiva a garantire un approccio più consapevole. Soffermarsi e pensare al percorso svolto implica un ragionamento sul metodo adottato e sulle azioni attuate e una valutazione puntuale della reale efficacia del processo. Gli esiti di tale riflessione guidano l'avanzamento del percorso progettuale e implicano un rinnovato confronto con la situazione.

Come evidenzia Schön [2006, pp.57-58] è possibile attuare questo processo di riflessione[64] ad azioni concluse oppure mentre le azioni sono in corso, dove è quindi ancora possibile modificarne l'andamento. Quest'ultimo momento può essere di estrema importanza in ambito progettuale perché non solo consente allo studente di mettere a fuoco alcuni passaggi, ma stimola anche la ricerca di azioni progettuali maggiormente calzanti; azioni che saranno passibili di analogo procedimento ricognitivo secondo un processo euristico caratterizzato da un avanzamento non lineare che procede secondo

64. Come nota Davide Capperucci ci sono diversi autori che trattano ‹‹l'interruzione di un particolare corso di azione e di una particolare pratica allo scopo di riflettere su determinati elementi procedurali e cognitivi presenti in essa. Vi è, pertanto, un processo di revisione e ripetizione dell'azione, allo scopo di ripercorrerne i passaggi più significativi e di individuare in essa elementi di conoscenza più o meno implicita, che si collega ad una analisi della situazione in cui l'analisi si è prodotta allo scopo di ricavarne nuova comprensione e di ridefinirne il significato›› [Striano, Maura, 2001, *La 'razionalità riflessiva' nell'agire educativo*, Liguori, Napoli, p.65] . Dewey parla a questo proposito di "sospensione dell'azione" [**Dewey**, John , [1961] (ed.originale: 1910), *Come pensiamo. Una riformulazione del rapporto tra il pensiero riflessivo e l'educazione*, La Nuova Italia, Firenze , pp.174-194], mentre Arendt, analogamente, parla di "stop and think" [Arendt, Hannah, 1971, *The Life of the Mind*, Vol.1: *Thinking*, Harcourt Brace Jovanovich, San Diego]

uno schema d'indagine per "prove ed errori" [Schön 2006, p.60] e che consente allo studente di far proprie alcune abilità che si possono "apprendere solo attraverso il fare" [Schön 2006, p.46]. In questo senso lo studente deve essere guidato a «vedere per proprio conto e alla sua maniera le relazioni tra mezzi e metodi impiegati e risultati raggiunti. Nessun altro può vedere per lui, e egli non può vedere soltanto attraverso ciò che "è stato detto", sebbene indicazioni corrette possono guidare la sua vista e così aiutarlo a vedere ciò che egli ha bisogno di vedere››. [Dewey 1974, p.47][65]. Gli esiti della riflessione potranno quindi portare ad interventi correttivi in corso d'opera che ridefiniranno, parzialmente o completamente, l'andamento delle azioni progettuali in funzione della valutazione dell'effettiva aderenza tra esiti ed intenzioni.

COSTRUZIONE DELLE SIMULAZIONI

Il primo *step* di un percorso formativo così impostato è necessariamente rivolto all'apprendimento di alcune nozioni e tecniche per la ***realizzazione delle simulazioni***. Questo consente di coltivare una competenza che potrà diventare d'utilizzo corrente anche in ambito professionale. Questo approccio garantisce un triplice vantaggio; in primo luogo l'apprendimento di un metodo che può essere integrato alla fase progettuale e che può collaborare alla validità degli esiti, in secondo luogo concorre alla formazione di un ventaglio di professionisti capaci di proporre simulazioni realmente utili alla fase di *decision-making* e di eventuale partecipazione pubblica e in terzo luogo permette di sviluppare un'attitudine critica nei confronti della moltitudine di visualizzazioni che da fonti diverse vengono comunemente proposte. Nell'insieme queste caratteristiche contribuiscono a configurare un processo virtuoso che si auto alimenta e che, per poter raggiungere i migliori risultati, dovrebbe essere sviluppato a partire dalla formazione dei futuri professionisti. In questo senso è importante che gli studenti comprendano le potenziali-

65. **Dewey**, John, 1974, *John Dewey on Education. Selected Writings*, (Archambault R.D., a cura di), University of Chicago Press, Chicago

tà e i difetti di uno strumento di comunicazione di cui oggi si fa largo uso in ambito professionale, dove non sempre viene impiegato usufruendo delle reali potenzialità.

Con questi obiettivi è possibile insegnare come realizzare in modo accurato alcune tipologie di simulazione attraverso l'applicazione di tecniche e metodi su casi concreti. Il percorso applicativo è sicuramente quello che garantisce il miglior risultato da un punto di vista formativo, perché consente allo studente di confrontarsi col tema in modo diretto, dandogli la possibilità di verificare in prima persona l'effettiva comprensione delle tecniche, di soppesare le proprie capacità e di accrescere le personali abilità pratiche. In questo percorso il *tutor* verifica e corregge in corso d'opera eventuali errori d'impostazione del lavoro e aiuta lo studente a sviluppare una capacità di analisi e di giudizio che in futuro gli permetterà di individuare autonomamente gli strumenti più idonei per supportare il percorso d'indagine. Per quanto sia possibile avanzare alcune considerazioni generali sull'utilità specifica delle diverse tipologie di simulazione non esiste una ricetta da seguire puntualmente che funzioni in modo ottimale per ogni progetto affrontato. La produzione di simulazioni a supporto di un percorso conoscitivo è anch'essa frutto di una progettualità che di volta in volta risponde alle esigenze della situazione e viene influenzata, e in qualche caso limitata, anche da alcune condizioni contingenti quali le capacità tecniche, i mezzi e il tempo a disposizione.

L'approccio sperimentale dà la possibilità di differenziare i percorsi di analisi dei singoli studenti o gruppi di lavoro in funzione di considerazioni puntuali sul caso preso in esame. In funzione dell'interpretazione della situazione e della personale visione del «posizionamento del problema›› [Schön 2006, p.32-33][66] sarà quindi possibile sviluppare alcune analisi mirate. In que-

66 «[…] i problemi del mondo reale della pratica non si presentano ai professionisti come strutture ben formulate. Infatti essi tendono a presentarsi tutt'altro che sotto forma di problemi ma come situazioni caotiche e indeterminate. Essi [i professionisti] si trovano a dover fronteggiare un com-

sto modo il procedere delle indagini determinerà l'individuazione degli approfondimenti tematici funzionali alle esigenze di studio e di approfondimento.

È evidente come in questo percorso le simulazioni non possano essere l'unico strumento di riferimento. Come evidenziato nei capitoli precedenti, la collaborazione tra diverse modalità di rappresentazione e simulazione risulta la scelta più efficace perché consente di leggere la situazione secondo angolazioni differenti e restituire una visione più completa dell'insieme. La simulazione può aiutare in questo senso a prefigurare alcuni aspetti peculiari del problema e a concretizzare alcuni esiti. Compito del *tutor* è quello di guidare lo studente a mettere a fuoco i problemi, a scegliere i metodi di indagine più adatti e ad individuare le tipologie di simulazione che possono più efficacemente sostenere lo studio. Questo percorso guidato dovrebbe aiutare lo studente a sviluppare una competenza che gli permetterà di individuare autonomamente gli strumenti più idonei per supportare le indagini e per dare ordine alle diverse situazioni caotiche che si troverà ad affrontare nel percorso professionale. Questo processo di formazione consente di apprendere tecniche specifiche e può essere attivato a partire da progetti d'autore o da progetti, già sviluppati o in corso d'opera, dello studente stesso.

PROGETTI D'AUTORE

Lavorare su un progetto d'autore consente allo studente, oltre ad apprendere sperimentalmente alcune tecniche di simulazione, di confrontarsi con le soluzioni progettuali adottate da un professionista rispetto ad un luogo e un tema specifico. Per restituire correttamente un progetto e il suo intorno lo studente è tenuto a comprenderne la morfologia e a capire le relazioni che si

plesso e mal definito insieme di fattori […]. […] E il problema del posizionamento del problema non è mai ben definito a priori.
Quando un professionista posiziona un problema, sceglie e nomina le cose a cui porrà attenzione. […] Attraverso gli atti complementari dell'attribuzione di un nome e della disposizione, il professionista seleziona le cose cui prestare attenzione e le organizza, guidato da una rivalutazione della situazione che conferisce coerenza al suo percorso di indagine e che delinea una direzione per l'azione.» [Schön 2006, p.32-33]

instaurano tra progetto e contesto. Confrontarsi e restituire l'ambiente progettato aiuta lo studente a comprendere come l'autore abbia scelto di interagire e dialogare con la situazione esistente e gli consente di confrontarsi con una soluzione autorevole. Il coinvolgimento diretto può stimolare lo studente a sviluppare alcune considerazioni sul progetto e sulle soluzioni di dettaglio adottate; il *tutor* può sostenere questo percorso e instaurare un proficuo dialogo con lo studente che, avendo lavorato direttamente sul progetto, sarà in grado di cogliere con maggior facilità le diverse sfaccettature di alcune considerazioni. Inoltre può aiutare lo studente a verificare la pertinenza delle proprie considerazioni e a leggerne alcune ricadute, a vedere aspetti ignorati e a stimolare alcune riletture o nuove osservazioni, impostando un dialogo e un confronto che aiuti lo studente ad appropriarsi, anche in modo implicito, di alcune modalità di approccio e argomentazione di livello professionale.

Ivan Lenidov

Un esempio significativo di lavoro didattico per la simulazione visiva di un progetto d'autore è quello frutto della collaborazione internazionale tra *Video System Laboratory* della *Moscow Architectural Institute (MARCHI*) e del *SimLab* della *University of Duisburg-Essen*, svoltasi nel 2002. Il lavoro è stato svolto in occasione del centesimo anniversario della nascita dell'architetto russo *Ivan Lenidov* (1902-1959), autore che ha sviluppato una personale visione dell'architettura per una nuova città e che, nonostante la gran parte delle sue opere siano rimaste solo sulla carta, ha avuto una grande influenza sulle realizzazioni contemporanee [Mácel et al 2007].

Gli studenti delle due facoltà, grazie ad una collaborazione virtuale attraverso internet, hanno realizzato diverse tipologie di simulazione per presentare e descrivere il progetto di *Lenidov* '*A Printing House of the Isvestija Newspaper*' in *Pushkin Square* a Mosca, ideato dall'architetto nel 1926 da studente universitario e mai realizzato. Le simulazioni prodotte sono sia statiche che dinamiche; queste ultime sono di tipo puntuale e vedono la dinamicità della sola simulazione (*v.cap.3.1*). Queste elaborazioni sono rese grazie a *render* del progetto, tratti dal modello digitale preventivamente prodotto dagli studenti (*fig.103*), sovraimpressi a fotografie del contesto storico (*fig.104*) ed esistente (*fig.105*). Con questo lavoro si voleva mostrare il progetto come se fosse stato

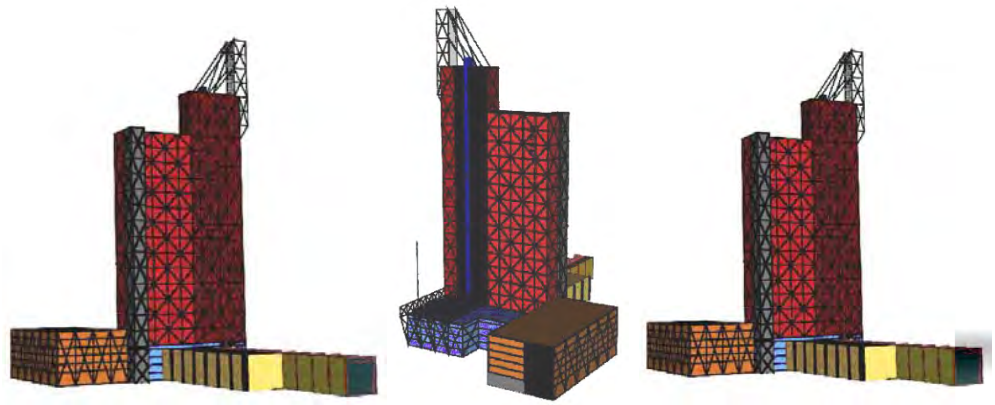
realmente inserito nel contesto moscovita e comparare gli esiti tra la condizione odierna e quella storica; la simulazione percettiva si prestava perfettamente allo scopo. Una problematica incontrata nella realizzazione delle simulazioni è la difficoltà nel recuperare materiale aggiornato e completo per la predisposizione di simulazioni attendibili e significative. Questo problema è piuttosto comune, sia che si tratti di simulare progetti storici (come in questo caso), trasformazioni previste o il contesto urbano sulla base di cartografie aggiornate.

Lo sforzo fatto dal gruppo di lavoro per la predisposizione delle simulazioni dinamiche non sembra in realtà giustificato dagli esiti ottenuti. Per questioni probabilmente legate ad una conoscenza soltanto di base delle tecniche, queste simulazioni presentano un punto di ripresa fisso e la dinamicità era data solo dallo svolgimento temporale, che però descrive pochi secondi di un arco di tempo continuo. Sono stati così resi solo alcuni elementi in movimento nella scena, come evidenziato dai frame estrapolati dal video realizzato dagli studenti (*fig.106*), dove gli elementi che rendono la dinamicità della scena sono solo l'autobus che avanza di qualche metro e il lieve ondeggiamento delle fronde degli alberi. Nonostante questo aspetto aiuti a richiamare la condizione reale, non sembra aggiungere nessun elemento significativo rispetto alla percezione del progetto. Le potenzialità conoscitive legate a modalità di simulazione di tipo dinamico non vengono quindi sfruttate secondo le proprie possibilità e la dinamicità della simulazione aggiunge decisamente poco rispetto all'uso di una tipologia statica che richiede un minor tempo di elaborazione. L'utilità maggiore sta nella comparazione tra la condizione dello stato di fatto e quella di progetto che appare in dissolvenza dopo pochi secondi, ma anche in questo caso la scelta di rendere il paragone in modo dinamico non è molto felice; l'osservatore non ha modo di scegliere autonomamente quanto soffermarsi sulla prima o sulla seconda condizione, ma è costretto ad adeguarsi alla velocità del filmato, elemento che, però, è in contraddizione col fatto che questo propone due immagini che sono sostanzialmente di tipo statico. In effetti è necessario osservare consecutivamente più volte il video per poter effettivamente apprezzare le due

condizioni a confronto, necessità che è in parte imputabile alla brevità del filmato. Ciò non toglie che il lavoro svolto ha consentito agli studenti di apprendere e sperimentare una tecnica, per quanto semplice, di resa dinamica delle simulazioni.

Questo lavoro è stato poi sviluppato ed approfondito grazie ad una collaborazione più ampia che ha coinvolto diversi istituti universitari europei[67], tra cui il *Laboratorio di Modellistica* del *Politecnico di Milano* (Bovisa). Il lavoro è stato propedeutico all'esposizione *Una città possibile. Architetture di Ivan Lenidov 1926-1934* tenutasi nel 2007 presso la *Triennale di Milano* (*fig.107*). A questo proposito sono stati analizzati e descritti diversi progetti e idee sulla città che l'architetto russo aveva sviluppato a cavallo tra gli anni venti e trenta del novecento. La mostra ne proponeva una rassegna attraverso un uso combinato di diverse tipologie di simulazione (*fig.108*), nello specifico 12 maquette, 3 ricostruzioni virtuali, 6 video e circa 30 pannelli, che consentivano all'osservatore di comprendere il progetto e di visualizzarlo come se fosse stato realmente realizzato.

67. Gli istituti universitari coinvolti nel progetto sono stati: Moscow Architectural University (MARKhI) con Video System Laboratory e Laboratorio di Tecnologie Informatiche, Naučnyj Institut Issledovanija Teorii Arkhitektury i Gradostroitel'stvo (IITAG RAASN) , University of Duisburg-Essen e SimLab, Université Paris, Politecnico di Milano (Bovisa) con Laboratorio di Informatica e Laboratorio di Modellistica, Universität Stuttgart e Laboratorio di Modellistica, Technische Universitet Delft (TU-Delft) e Laboratorio di Modellistica

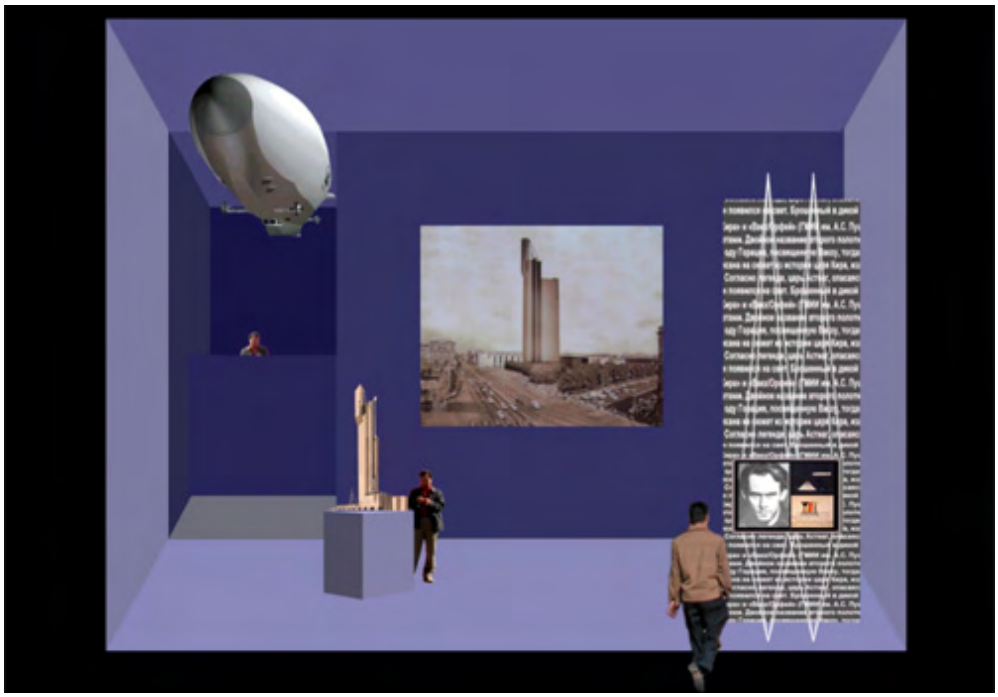


103. Immagini del modello 3D digitale realizzato per produrre le simulazioni
[Fonte: Matalasov et al 2003, p.111]

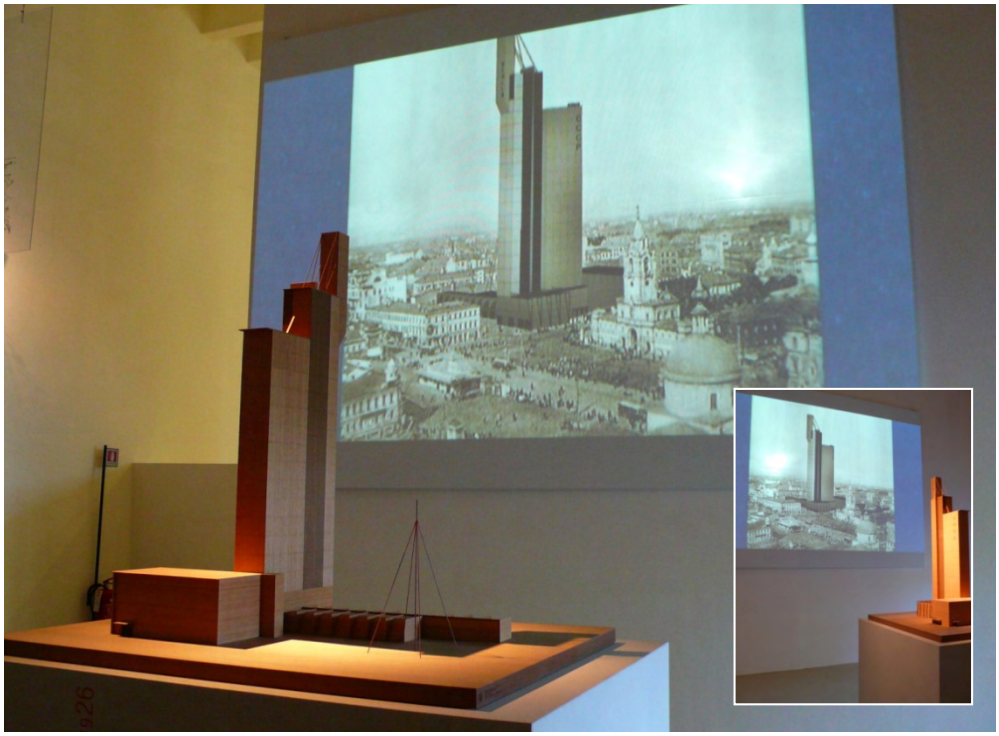
104. Comparazione tra fotografia della condizione storica esistente nel 1926 (in alto) e relativo fotomontaggio del progetto di Ivan Lenidov *'A Printing House of the Isvestija Newspaper' in Pushkin Square a Mosca* (in basso)
[Fonte: Matalasov et al 2004, p.105]

105. Comparazione tra fotografia della condizione esistente nel 2002 (in alto) e relativo fotomontaggio del progetto di Ivan Lenidov '*A Printing House of the Isvestija Newspaper' in Pushkin Square a Mosca* (in basso)
[Fonte: Matalasov et al 2004, p.105]

106. Frame della simulazione video che vede la sovraimpressione del progetto di Ivan Lenidov '*A Printing House of the Isvestija Newspaper' in Pushkin Square a Mosca* (in basso) sul video della condizione esistente
[Fonte: Matalasov et al 2004, p.105]



107. Immagine del progetto d'allestimento dell'esposizione *Una città possibile. Architetture di Ivan Lenidov 1926-1934* tenutasi nel 2007 presso la Triennale di Milano
[Fonte: www.triennale.it (16.04.2009)]



108. Foto dell'esposizione *Una città possibile. Architetture di Ivan Lenidov 1926-1934* tenutasi nel 2007 presso la *Triennale di Milano*
[Fonte: foto di *Fausto Curti*]

PROGETTI DEGLI STUDENTI

Quando l'applicazione delle tecniche di simulazione viene invece realizzata dagli studenti a partire dai propri progetti il primo *step* di lavoro normalmente consiste nella realizzazione di modelli dell'intorno dell'area d'intervento. Questa operazione, propedeutica alla definizione delle prime ipotesi progettuali, aiuta la comprensione degli aspetti fisici dell'area, come le caratteristiche ambientali e il rapporto tra spazi aperti e costruiti. Quando lo studente elabora il progetto può quindi ricorrere alla simulazione visiva per studiare il rapporto progetto/contesto. Questo metodo viene invece spesso finalizzato alla sola presentazione conclusiva del lavoro, e quindi relegato alla chiusura del percorso progettuale, esattamente come nel caso, visto pocanzi, delle simulazioni del progetto di *Lenidov*. Ma al contrario è in fase ideativa, o meglio durante tutto il percorso progettuale, dove è possibile sfruttare appieno le potenzialità dello strumento. Può infatti collaborare a sviluppare il *concept*, elaborarlo e verificarne gli esiti puntuali e d'insieme, nonché indirizzare gli adattamenti o le rielaborazioni necessarie fino alla presentazione conclusiva del lavoro.

processo creativo

Le possibilità della simulazione visiva possono intervenire nel ***processo creativo*** quale stimolo per sviluppare idee e soluzioni progettuali a partire da un punto di vista percettivo e funzionare quale strumento di verifica e condivisione del progetto [Kardoš 2001, p.194]. Se impiegati in fase ideativa i modelli, in particolare quelli fisici, divengono un riferimento che richiama la memoria dei luoghi e collaborano alla comprensione dell'area, aiutano a sviluppare alcune considerazioni chiave, a stimolare alcune idee e consentono delle verifiche degli esiti parziali e definitivi del proprio lavoro. Nel modellare un'area bisogna necessariamente commisurarsi con gli elementi che la caratterizzano e ne definiscono gli spazi. Restituire dimensionalmente e figurativamente i volumi degli edifici, collocarli correttamente nel contesto, valutarne la proporzione reciproca e la relazione con gli spazi aperti aiuta a comprenderne meglio la morfologia. Quando l'area è stata anche oggetto di osservazioni dirette sul campo il rimando del modello risulta ancora più efficace nel rievocare l'ambiente reale. Strumenti quali plastici in scala e modelli digitali o virtuali possono assistere il progettista nel visualizzare e verificare

gli aspetti d'interesse rispetto al progetto; l'eventuale possibilità di essere erroneamente indirizzati dall'immaginazione può essere così superata da viste che aiutano a concretizzare gli esiti [Stellingwerff 2001, p.163].

In un percorso formativo così impostato lo strumento di simulazione primario in fase ideativa è probabilmente garantito dalla ***maquette***, perché consente di portare una porzione di città in laboratorio per dare forma alle trasformazioni e studiarne le conseguenze, divenendo, appunto, supporto d'ideazione e di verifica. La maquette consente una realizzazione veloce che ammette un certo grado di approssimazione, elemento che facilita e velocizza il processo; queste caratteristiche la rendono uno strumento flessibile e particolarmente adatto alle prime fasi di sviluppo del lavoro. La modellazione digitale, al contrario, richiede l'inserimento di misure precise e definite che rendono lo strumento piuttosto rigido e per questo motivo più adatto alle fasi conclusive di dettaglio. Allo stesso modo la maquette può essere adoperata per rendere in tempi brevi visuali in soggettiva, processo generalmente agevolato dalla facilità d'utilizzo degli strumenti di ripresa. Difficilmente però è possibile raggiungere lo stesso grado di dettaglio che possono garantire alcune elaborazioni computerizzate. Per questo l'utilizzo parallelo dei due strumenti può efficacemente collaborare ad evidenziare diversi aspetti progettuali.

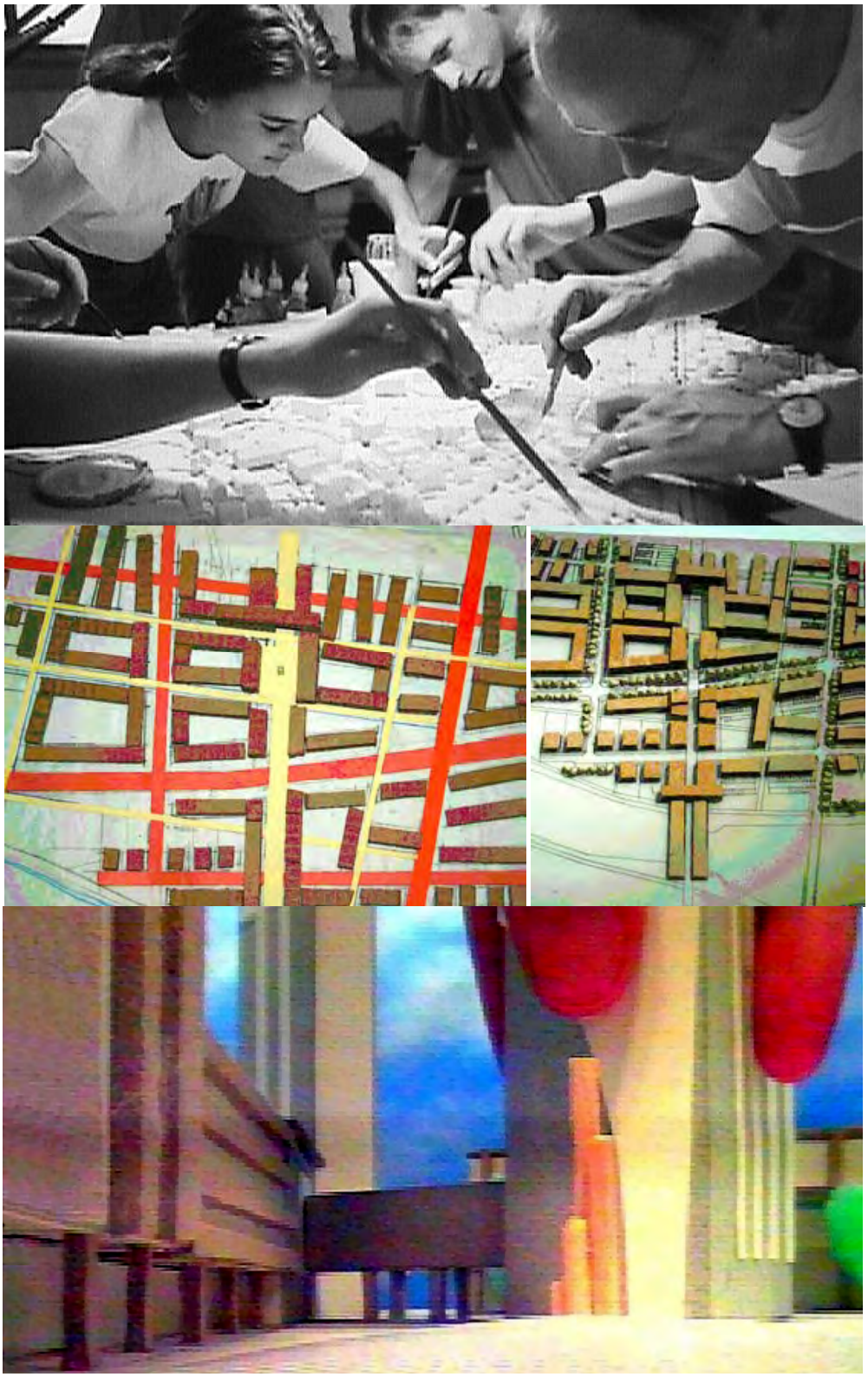
L'esperienza della progettazione dimostra che parte del processo creativo può svolgersi direttamente sul modello traendone vantaggio [Kardoš 1995, p.21]. In effetti l'uso di maquette a supporto dei processi d'ideazione è tradizione fortemente consolidata, ma difficilmente questa viene impiegata per generare viste di tipo percettivo quale strumento di verifica rispetto alle intenzioni progettuali. Le due modalità non sono in contraddizione, ma possono piuttosto collaborare per mettere in luce due aspetti chiave di un progetto, ovvero la struttura spaziale (approccio concettuale) e la relativa percezione (approccio percettivo). In questo senso, una volta definita la struttura progettuale, sarà possibile verificare che gli aspetti percettivi siano effettivamente coerenti rispetto alle intenzioni.

Slovak University of Technology

Questo metodo è da anni impiegato alla *Slovak University of Technology* (*STU*) di *Bratislava*, dove l'uso della modellazione spaziale viene usata nei corsi di progettazione a supporto dei processi creativi e di valutazione. La maquette in particolare diviene strumento di cooperazione tra gli studenti e i docenti in tutte le fasi del processo, dall'ideazione alla presentazione finale. Nell'impostazione del lavoro gli studenti sono tenuti a porre un'attenzione particolare agli esiti dell'esperienza visiva generata dalle soluzioni proposte. Per meglio comprendere e verificare questi aspetti gli studenti si avvalgono della simulazione percettiva, realizzata sia con strumenti analogici che digitali. Questi strumenti contribuiscono ad evidenziare la correlazione tra la struttura del progetto e la relativa esperienza spaziale; la visualizzazione statica e dinamica degli ambienti aiuta la concretizzazione, agevola il dialogo tra *tutor* e studenti e collabora all'identificazione della soluzione ottimale. Come nota *Peter Kardoš* [2007, p.2], docente di progettazione che da anni impiega i metodi della simulazione nei suoi corsi, l'uso della maquette è in questo senso particolarmente efficace perché garantisce un'azione diretta, che coinvolge la vista e il tatto, su un supporto fisico tridimensionale; in questo modo l'interazione tra ideazione concettuale e percezione fisica delle soluzioni stimola il processo creativo. La flessibilità della maquette, che può essere usata sia come strumento concettuale che percettivo, alimenta l'interazione tra ideazione e percezione; la vista dall'alto infatti consente di considerare l'insieme della struttura urbana e della sua configurazione mentre la visione in soggettiva collega gli elementi all'esperienza quotidiana degli ambienti. Questa ambivalenza alimenta un processo spontaneo di riflessione sulle azioni progettuali messe in atto che guida e stimola al contempo l'avanzamento del percorso progettuale. L'università di *Bratislava* fa usare agli studenti questo strumento fin dall'inizio del processo creativo; viene infatti impiegato, come gli schizzi, a supporto dello sviluppo del *concept*; anche l'evoluzione del processo, dall'individuazione delle possibili alternative fino alla presentazione conclusiva, avviene su modelli a diverse scale (*fig.109*). Questo processo facilita la cooperazione tra gli studenti che fanno parte di uno stesso gruppo di lavoro, ma anche tra i diversi gruppi e tra questi e i lo-

ro *tutor*. La velocità con cui è possibile abbozzare delle alternative, la rende particolarmente efficace nel supportare questo processo fin dalle prime fasi del lavoro e si presta in modo particolarmente efficace alla valutazione dell'inserimento del progetto nel suo contesto. La velocità con cui è possibile realizzare dei modelli di massima è estremamente importante perché più tempo e impegno bisogna mettere nel realizzare un elemento più diminuisce, anche inconsciamente, la disponibilità a modificarlo[68]; quest'aspetto può quindi divenire un grave limite nella ricerca della soluzione ottimale [Glanville 1993, p.188]. Altre tipologie di simulazione possono invece intervenire più efficacemente per studi e approfondimenti su temi o punti di vista specifici. La maquette stessa diviene così strumento di ideazione, verifica e condivisione degli esiti parziali dei progetti, anche da un punto di vista percettivo [Kardoš 2007, pp.01-07].

68. Questo aspetto può divenire ancora più evidente quando è riferito all'ambito professionale, dove, com'è noto, intervengono anche considerazioni di tipo meramente pratico



109. Immagini del lavoro sulla maquette degli studenti della *Slovak University of Technology*
[Fonte: Kardoš 2007, pp.02-03]

La simulazione percettiva può anche collaborare all'identificazione di punti di vista, prospettive e coni ottici significativi da sviluppare appropriatamente col progetto; particolarmente interessante è poi la possibilità di evidenziare la percezione dinamica degli ambienti urbani. Questo aspetto non solo consente una verifica degli esiti in modo più vicino alla reale percezione degli ambienti, ma può essere anche un forte stimolo per impostare il progetto in funzione del movimento degli osservatori nello spazio e quindi dell'esperienza visiva generata dalla soluzione architettonica, nonché per verificare la risposta del progetto rispetto a questo tema e quindi apportare le eventuali correzioni in corso d'opera.

Anche programmi CAD consentono di vedere ampie porzioni dell'area urbana da diversi punti di vista, ma le dimensioni dei singoli elementi visualizzati sono definite dalle dimensioni dello schermo e lì confinate. La (fondamentale) possibilità di zoomare e spegnere i *layer* non contribuisce al senso della scala e al continuo riferimento col contesto, problema questo, scongiurato dal plastico in scala. Anche la possibilità di interagire fisicamente con la maquette, osservando direttamente i volumi, soppesandoli, spostandoli o modificandoli, garantisce un'immediatezza che favorisce la riflessione, perché le azioni che si possono compiere sono dirette e non mediate da comandi da impartire al calcolatore per ottenere delle risposte. Per quanto sia indiscutibile l'utilità degli strumenti digitali, la difficoltà e complessità d'utilizzo non li rendono (ancora) strumenti adattabili plasticamente alle prime fasi di ideazione e risulta più opportuno l'utilizzo in fase di restituzione, anche preliminare, del progetto. L'immediatezza e la semplicità d'uso della maquette la rendono vincente nel descrivere e verificare tridimensionalmente le soluzioni in fase ideativa e nel mettere a confronto le soluzioni possibili con le caratteristiche del contesto di insediamento.

Tampere University of Technology

Questo approccio è stato efficacemente applicato in ambito accademico alla facoltà di architettura della *Tampere University of Technology* fin dall'avvio, negli anni settanta, del laboratorio di simulazione *Architectural Media Laboratory* (AML), dove fu realizzato un *modelscope* per essere utilizzato come ***supporto alla progettazione***. Il laboratorio cercava un modo innovativo di fare

formazione che consentisse di introdurre in modo più immediato i temi del tempo e del movimento nel campo della progettazione architettonica. L'allora direttore del laboratorio, *Helmer Sternos*, riporta di aver osservato un chiaro cambiamento nei lavori svolti dagli studenti a seguito dell'applicazione di questo nuovo approccio[69] [Stenros 1993, p.5-7]. I progetti svolti con l'ausilio della simulazione mostravano un approccio creativo più ricco rispetto ai lavori svolti prima dell'introduzione di questo metodo; in particolare l'organizzazione spaziale acquistava coerenza ed unità grazie ad un'attenzione rivolta all'esperienza (dinamica) dell'ambiente urbano (*fig.110*) [Aura 1993, p.57].

Proprio in funzione di queste potenzialità e a partire da questa sperimentazione l'università finlandese ha introdotto in alcuni dei corsi di progettazione dei primi anni l'uso delle simulazioni percettive a supporto del percorso formativo legato alla progettazione architettonica. Questo è stato fatto per agevolare gli studenti a pensare in termini di movimento e specialmente in termini di esperienza collegata al movimento. I docenti, lavorando sul concetto di spazio e sulle sue qualità, spronano gli studenti a lavorare rispetto a tre temi principali: analisi dello spazio (*analysis of space*), serie di spazi (*series of spaces*) e serie di spazi in movimento (*series of spaces in motion*). A questo proposito gli studenti vengono guidati verso l'esplorazione delle caratteristiche visive degli ambienti, come forma (*shape*), dimensione (*size*) e illuminazione (*lighting*) e sono tenuti a lavorare e a testare il progetto a diverse scale per valutare gli effettivi esiti compositivi del proprio lavoro. Per comprendere meglio le potenzialità delle diverse tipologie di spazio gli studenti sono tenuti a progettare, con il supporto di maquette e relative simulazioni per-

69 . ‹‹The audience might be interested to know what kind of influences simulator aided design and the knowledge of motion-based architecture have on the content of architecture. Although the duration of experience and observation has been only 10 years, I can see a clear change in the work done by the students and the graduate architects of our school. Instead of functionally and static-aesthetic orientated architecture, the function and dynamic-aesthetic based architecture has achieved a foothold.›› [Stenros 1993, p.7]

cettive, una serie di ambienti trattati come episodi distinti, poi collegati tra loro. Questi spazi devono essere ideati per enfatizzare alternativamente una sensazione di staticità dell'ambiente ed una sensazione che, al contrario, lavora sulla dinamicità della percezione. Il percorso progettuale è caratterizzato da diversi momenti di avanzamento, riflessione e reimpostazione del progetto fino al raggiungimento dei risultati attesi [Palmqvist 1993, p.67-73]. Come riporta *Seppo Aura*, docente dell'università finlandese, gli strumenti che consentono una simulazione percettiva consentono un maggior controllo fin dalle prime fasi del percorso progettuale rispetto ai temi del movimento. Questo sembra essere anche dimostrato dalla comparazione degli esiti dei progetti degli studenti che hanno utilizzato questi strumenti rispetto a quelli che non ne hanno fatto uso. *Aura* riporta come i diversi elementi che caratterizzano il progetto siano infatti nel primo caso sviluppati come elementi che compongono un insieme, piuttosto che come elementi slegati trattati separatamente [Aura 1993, p.57][70]. Inoltre viene evidenziato come l'articolazione spaziale del progetto si sia resa più ricca e meno statica grazie al supporto della simulazione percettiva nell'evidenziare l'esperienza generata degli ambienti urbani progettati. Gli elementi progettuali sviluppati dagli studenti presentano maggior forza nel dare direzione al movimento e sono ideati per enfatizzare l'esperienza degli utenti intesa dinamicamente [Aura 1993, p.53-66].

70. ‹‹On the basis of our experience here in the Department of Architecture, planning which employs the environmental simulator as a tool has clearly created new ideas on planning. This is nowhere more evident than in our students' exercises. The elements of environment, such as spaces, facades, masses and details are no longer seen simply as separate units; instead these elements are assessed in relation to the experience of movement.›› [Aura 1993, p.57]

110. Progetto sviluppato con l'impiego della simulazione dagli studenti della *Tampere Univeristy of Technology, Department of Architecture*
[Fonte: Aura 1993, p.58; didasclia originale: "*The entry portals, rhythmic breaks, building forms, landmarks and planted elements serve the purpose of improving the experience of motion*"]

Uno dei problemi chiave che i docenti devono affrontare nella formazione dei futuri progettisti sta proprio nel fatto che alcune abilità sono difficilmente descrivibili a parole e, anche quando questo venga fatto nel migliore dei modi, è solo attraverso la pratica che è possibile impadronirsi e fare proprie queste capacità [Schön 2006, p.]. Proprio per sostenere questo percorso di apprendimento la simulazione può essere impiegata per indagare alcuni temi legati alla composizione architettonica e urbana.

Delft University of Technology

La facoltà di architettura della *Delft University of Technology* (*TU Delft*) lavora da diversi anni usando la simulazione in ambito formativo in questo senso. Come nota *Jack Breen* [1995, p.45], docente del laboratorio di simulazione, questo approccio consente agli studenti di avere una visione più completa dei progetti perché li aiuta a comprendere gli esiti percettivi, anche in termini di dinamicità, e questo li aiuta a confrontarsi con alcuni temi chiave legate alla composizione architettonica. Gli studenti lavorano sui progetti utilizzando diverse tipologie di simulazione; oltre ad impiegarle per stimolare il

percorso creativo, vengono usate quale riferimento per la valutazione delle alternative progettuali o per sviluppare nuove soluzioni a partire da progetti esistenti. È il caso, ad esempio, dell'esercitazione sulla casa, realizzata nel 1929, che *Ludwig Wittgenstein*[71] progettò per la sorella *Margarethe*; gli studenti erano tenuti a realizzare delle variazioni architettoniche sul progetto (*fig.111*) [Breen 1995, pp.37-45]. Lo stesso *Breen* nota come la partecipazione attiva degli studenti garantisca una migliore efficacia nell'apprendimento di alcuni temi chiave legati alla progettazione, oltre a consentirgli di confrontarsi ed esplorare alcuni metodi di comunicazione visiva. Le tipologie di simulazione impiegate a questo scopo includono modelli sia fisici che virtuali; la comparazione tra diversi aspetti di un progetto rende più vantaggioso l'uso di strumenti digitali perché consentono di lavorare su più *layer* che possono essere facilmente attivati e disattivati per mostrare diversi aspetti del progetto. Questo agevola la comparazione sistematica delle soluzioni per livelli di complessità differenti, favorendo la valutazione e la presentazione [Breen et al. 2009, p.10].

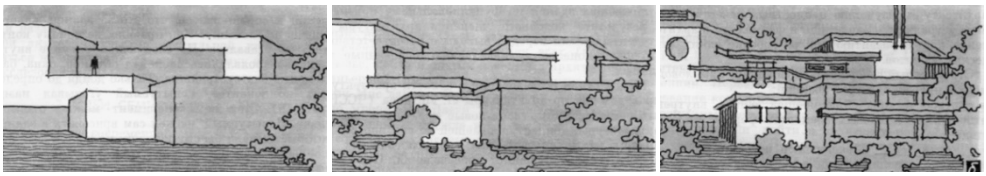
111. Variazioni sulla casa di Ludwig Wittgenstein (1929) realizzate dagli studenti di architettura della *Delft University of Technology*
[Fonte: Breen 1995, p.44]

Diverse università internazionali dispongono di laboratori di simulazione urbana che hanno prodotto modelli della propria città o di porzioni di essa. Questi possono divenire all'occorrenza una base proficua di riferimento e di

71. Wittgenstein era filosofo ma lavorò anche come architetto, ingegnere e fotografo

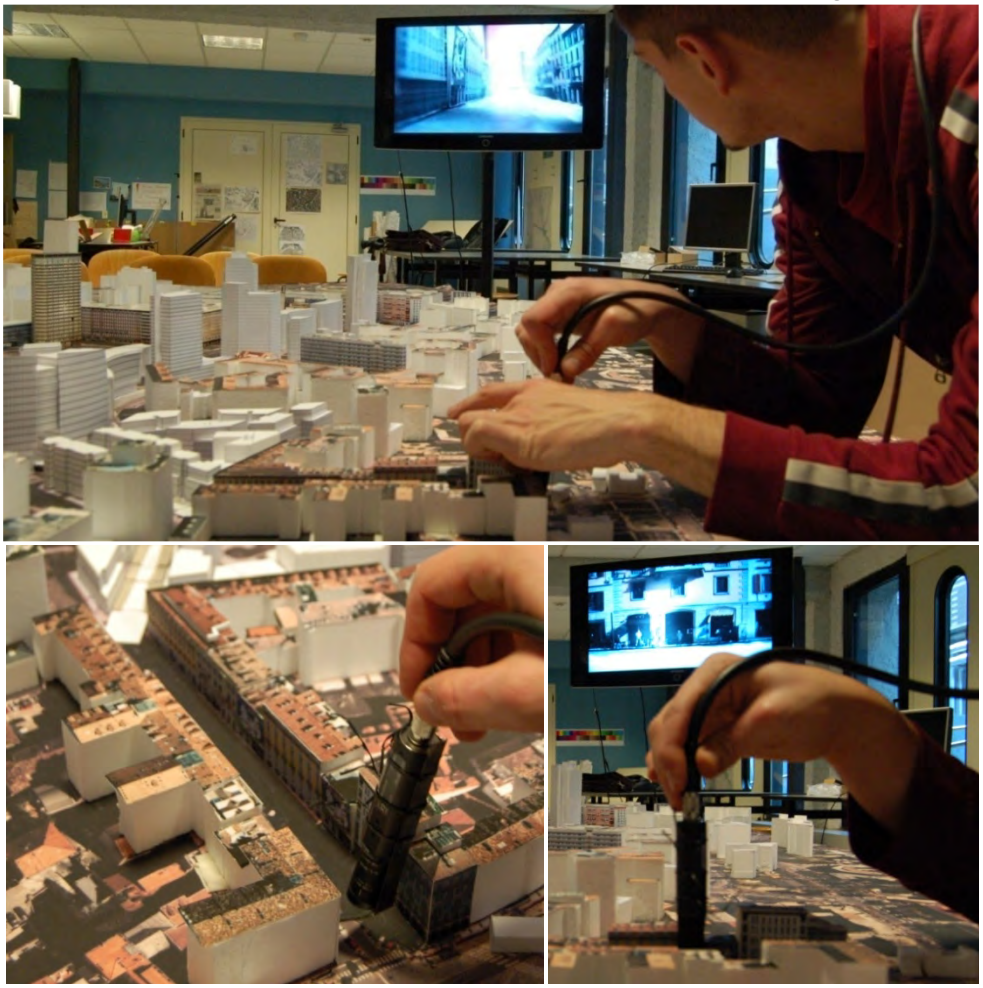
confronto nelle diverse fasi del processo progettuale. Ma anche dove non sia disponibile un supporto di questo genere il lavoro di predisposizione del contesto dell'area di progetto può essere svolto in modo cooperativo suddividendo il lavoro tra i partecipanti. La realizzazione (definitiva) dell'intorno può essere infatti sviluppata da subito e divenire momento di miglior conoscenza dell'area e diventare poi supporto rispetto al processo creativo. Mentre il contesto consente una resa del dettaglio fin dalle prime fasi del lavoro, il progetto vedrà una definizione progressiva (*fig.112*).

Un vantaggio, difficilmente superabile, garantito dalla maquette è dato dalla possibilità di poter interagire in modo diretto con un riferimento tangibile (*fig.113*). Queste caratteristiche sono importanti perché consentono un confronto continuo col contesto e una verifica delle idee concettualmente elaborate e rappresentate. Questo approccio favorisce lo sviluppo del processo creativo in una logica che contribuisce ad evidenziare le ricadute progettuali [Kardoš 1995, p.22]. Meccanismi che consentono una visualizzazione in soggettiva, come semplici endoscopi, rendono questa interazione più completa perché garantiscono un rimando immediato tra visione d'insieme e sguardo in prima persona che può essere uno stimolo per sviluppare il progetto (*fig.114*) o una verifica che aiuta concretizzare il lavoro (*fig.115*).

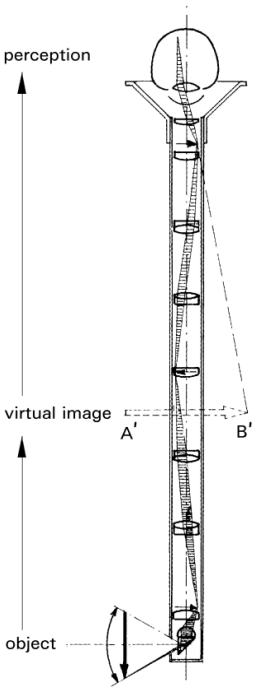


112. Fasi progressive di definizione dei dettagli
[Fonte: Asanowicz, Katarzyna, Bartnicka, Malgorzata,[1997], "Computer Analysis of Visual Perception – endoscopy without endoscope" *EAEA (European Architectural Endoscopy Association) Conference (3st), Delft (Olanda)*]

113. La maquette costituisce un riferimento tangibile di una porzione di città
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga* (23.10.2008)]



114. Maquette e microcamera. Questi strumenti consentono di verificare in modo immediato punti di vista dinamici e statici di ambienti modellati, siano questi esistenti o previsti
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana (Politecnico di Milano)*]



115. Maquette in scala 1:500 (in alto): esempio di visuale (in basso a destra) osservabile con endoscopio (in basso a sinistra)
[Fonte: www.tut.fi/units/arc/amltech / (AML -Architectural Media Laboratory-Tampere, Finlandia) (in alto e in basso a destra); Breen et al. 1995, p.56 (in basso a sinistra)]

verifica degli esiti progettuali

In fase d'ideazione la simulazione può contribuire a ***coadiuvare la correlazione tra idee, azioni ed esiti progettuali***. Parte dell'esperienza del progettista si fonda sulla possibilità che ha avuto nella propria carriera professionale di vedere realizzati i propri progetti. L'opportunità di sperimentare in prima persona l'effettivo esito delle idee, che col progetto si volevano tradurre in realtà, di constatarne pregi e difetti favorisce la progressiva crescita professionale [Schön 1993, p.193][72]. Questo tangibile percorso di apprendimento, che consente di imparare dall'esperienza, affina progressivamente la professionalità [Laseau 1989, p.184][73]. La simulazione in ambito didattico può aiutare, con tutti i limiti che come già evidenziato distanziano la simulazione dalla realtà, a percorrere virtualmente un cammino analogo.

Questo metodo di formazione lavora a partire da un coinvolgimento diretto dello studente e mira a supportare un processo di apprendimento progressivo che ha l'obiettivo di portarlo gradualmente a sviluppare e a fare propria quell'attitudine che, tipicamente, consente ai professionisti di identificare e riconoscere di volta in volta gli elementi cui prestare maggiore attenzione, le indagini che meglio si prestano a supportare il percorso progettuale nonché di ideare soluzioni contingenti e di identificare la soluzione più ido-

72 . ‹‹Un progettista realizza delle cose. […] Tipicamente, il suo processo realizzativo è complesso. […] In ragione di tale complessità, le azioni del progettista tendono, fortunatamente o sfortunatamente, a produrre conseguenze diverse rispetto quelle desiderate. Quando questo accade, il progettista può tener conto delle modificazioni non intenzionali che ha prodotto nella situazione generando nuovi apprezzamenti e comprensioni e operando nuove scelte. Egli modella la situazione in conformità con il proprio iniziale apprezzamento di essa, la situazione "replica", ed egli risponde alla replica impertinente della situazione.

In una valido processo progettuale, tale conversazione con la situazione è riflessiva. In risposta alla replica della situazione, il progettista riflette nel corso dell'azione sulla costruzione del problema, sulle strategie di azione, o sul modello dei fenomeni, impliciti nelle sue azioni. [Schön 1993, p.103]

73. ‹‹One of the advantages of experience in design is the opportunity to verify design concepts when the building is constructed. The designer accumulates a mental store of the concepts he has verified firsthand; he knows what works and what doesn't. In addition, with a certain amount of confidence, he can generalize new concepts from what he has learned and judged. As a result, many decisions can be made more quickly, facilitating the design process. ›› [Laseau 1989, p.184]

nea tra le alternative ideate. I professionisti sono soliti attuare tali processi in maniera quasi istintiva, tanto che, come nota Schön [2006, p.55], sono spesso incapaci di spiegare esplicitamente i meccanismi che guidano quest'abilità che li caratterizza. Capacità che gli consente di interpretare la situazione attribuendo il giusto peso agli elementi coinvolti, di impostare correttamente il problema, di impiegare gli strumenti più adeguati e di individuare la miglior soluzione per rispondere con competenza alle "indeterminate zone della pratica" caratterizzate da *incertezza*, *unicità* e *conflitto di valore* [Schön 2006, p.35]. Fare propria questa abilità è essenziale perché, come nota *Davide Capperucci*, il professionista non solo mette in pratica conoscenze già acquisite ma sviluppa e sperimenta di volta in volta nuove soluzioni nel corso dell'azione che a loro volto divengono nuovi repertori conoscitivi [Schön 2006, p.55, commento al testo].

In questo processo il ruolo del *tutor* è fondamentale, perché guida lo studente a vedere, riconoscere ed interpretare le situazioni da professionista. Le osservazioni sono frutto di un processo personalmente intrapreso dallo studente e questo gli consente di leggere la situazione dall'interno; il coinvolgimento diretto facilita la comprensione di alcuni passaggi chiave e agevola la comprensione delle interrelazioni che legano gli elementi coinvolti dal progetto.

Nell'acquisizione di un'abilità progettuale la complessità del tema, la molteplicità delle relazioni tra i diversi elementi e le ricadute non lineari delle azioni progettuali impongono un percorso basato sull'esperienza. La simulazione può aiutare ad evidenziare le discrepanze inattese rispetto alle intenzioni progettuali e questo facilita l'attivazione di un importante momento di riflessione. Mettere in evidenza alcuni limiti del progetto stimola la ricerca e l'esplorazione di nuove soluzioni e nuovi percorsi che consentano di superare le problematicità del progetto e dei nodi irrisolti. Questo approccio alimenta un percorso creativo dove la progressiva ridefinizione progettuale impone allo studente di valutare e mettere in discussione le proprie soluzioni. Così facendo comincia a crearsi un primo ventaglio di esperienze cui fare

riferimento, esperienze che andranno man mano ad ampliarsi e ad irrobustirsi con la crescita professionale diventando competenze.

Alcune tipologie di simulazione aiutano a mettere in evidenza aspetti specifici di un progetto. È il caso, ad esempio, delle simulazioni statiche, che consentono di concentrarsi su punti di vista selezionati, o di alcuni approfondimenti tematici, come la simulazione delle ombre. Dalla maquette e dai modelli digitali è possibile realizzare diverse tipologie di simulazione (immagini statiche, video, etc) sia in funzione di una presentazione finale che per verifiche puntuali e approfondimenti intermedi. Poter visualizzare uno spazio in soggettiva e dinamicamente, ovvero in un modo più vicino alla consueta percezione dell'ambiente urbano, può collaborare in maniera significativa a concepire e sviluppare un progetto [Kardoš 1995, p.23]. Quando si individuano riferimenti progettuali significativi, quali singoli punti di vista o percorsi, è possibile registrare le viste in soggettiva per richiamarle quando necessario e per valutare l'impatto delle idee progettuali rispetto a questi riferimenti.

L'utilizzo contestuale di diverse tipologie analisi e simulazione *(vedi cap.3.5)* consente, anche in ambiente formativo, una visione più completa delle ricadute progettuali, ma strumenti che permettono di simulare contestualmente diversi aspetti garantiscono un interessante valore aggiunto. La possibilità, poi, di visualizzare contemporaneamente diversi aspetti caratteristici di un'area, come l'ombreggiamento e la ventilazione[74], contribuisce alla comprensione e alla verifica del progetto migliorando e rendendo più completo il processo. In questa logica strumenti che consentono una visione non solo contestuale ma anche sincrona di diversi esiti in un'unica simulazione garantiscono un prezioso valore aggiunto. Nel percorso di analisi e progettazione la complessità della realtà viene normalmente scomposta, segmentata e sin-

74. Il vento viene visualizzato tramite sistemi particellari che ne descrivono l'andamento e l'intensità (maggiore o minore concentrazione di paticelle)

tetizzata per ottenere sistemi semplici che ne agevolano la gestione. Questa realtà discreta viene poi tradizionalmente rappresentata con sistemi concettuali e di sintesi organizzati per temi. Il progettista rielabora mentalmente queste variabili per appropriarsene e ottenere una visione d'insieme, visione che però non è immediatamente comunicabile. La simulazione mira a rendere la visualizzazione mentale una visualizzazione concreta e condivisibile e in questo senso tende a restituirne la complessità. L'uso di diverse modalità di simulazione consente così di mettere a fuoco il progetto soffermandosi su diversi aspetti, ma strumenti che consentono una visualizzazione contestuale di più punti di vista aiutano a rendere espliciti gli esiti cumulati delle trasformazioni.

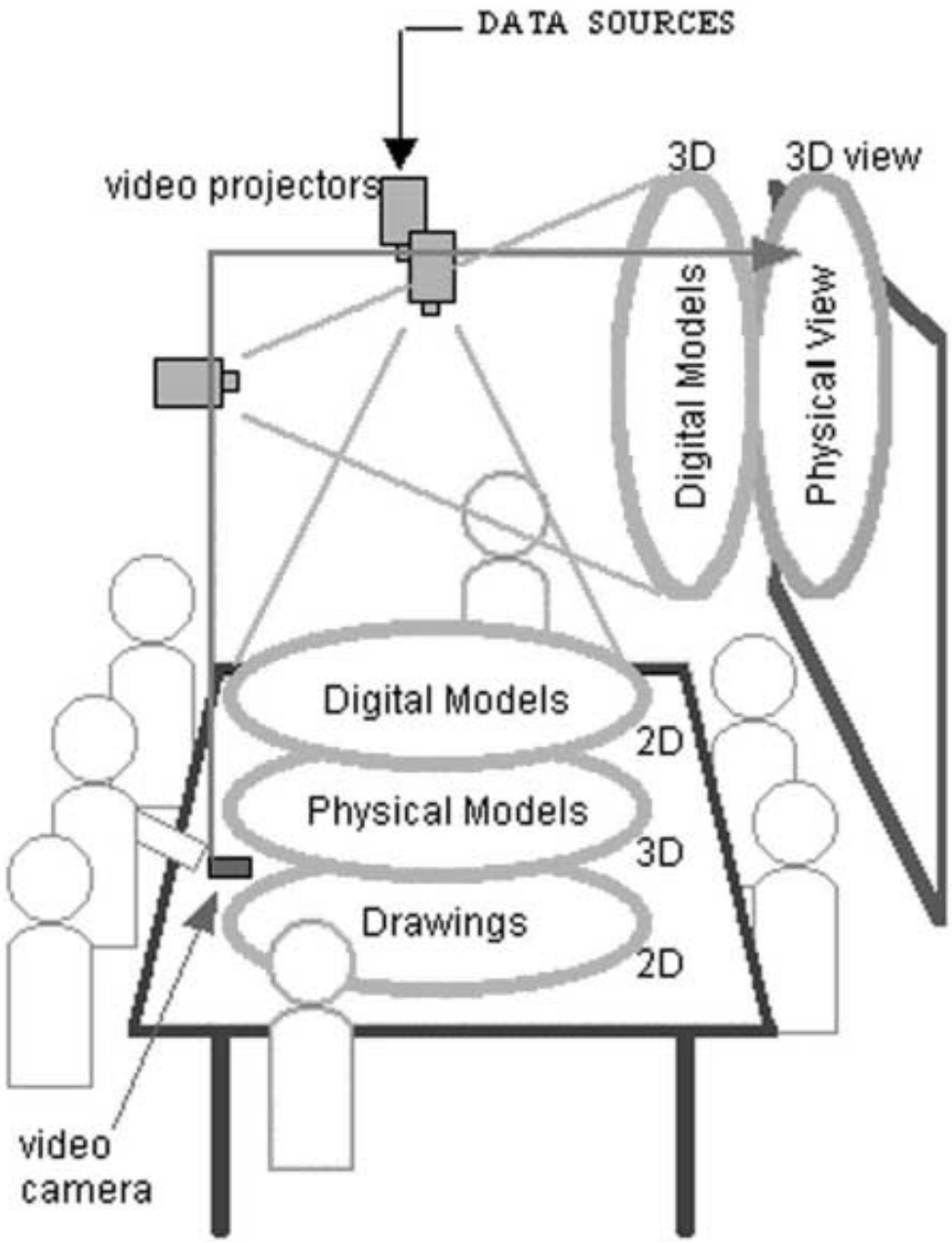
Luminus Planning Table

Tra le tipologie di simulazione che più di altre consentono questa possibilità vi è sicuramente l'*Augmented Reality* nelle sue declinazioni. Particolarmente interessante il *Luminus Planning Table* (LPT)[75] (*fig.116*) , strumento sviluppato al *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) da *Media Lab* e *School of Architecture and Planning*.

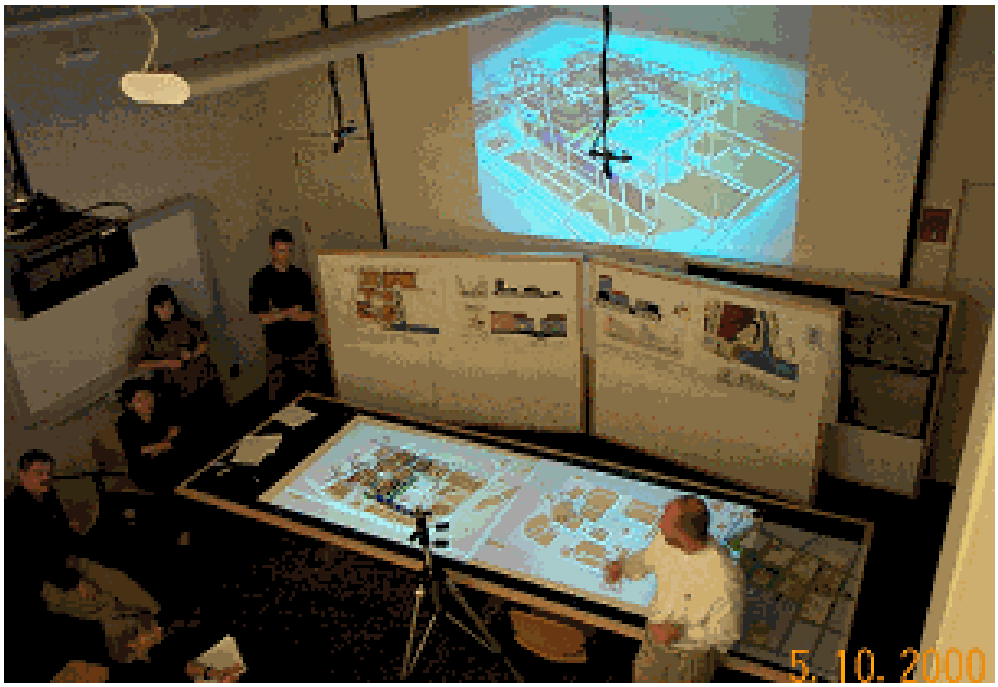
75. Le informazioni esposte di seguito sono tratte da: Ben-Joseph, Eran, Ishii, Hiroshi, Underkoffler, John, Piper, Ben, Yeung, Luke, [2001], "Urban Simulation and the Luminous Planning Table: Bridging the Gap between the Digital and the Tangible", *Journal of Planning Education and Research*, No.21, pp.196-203

116. *Luminous Planning Table*: strumento di simulazione fisica e digitale integrata
[Fonte: http://web.mit.edu/ebj/www/lpt/sld001.htm 04.02.2009]

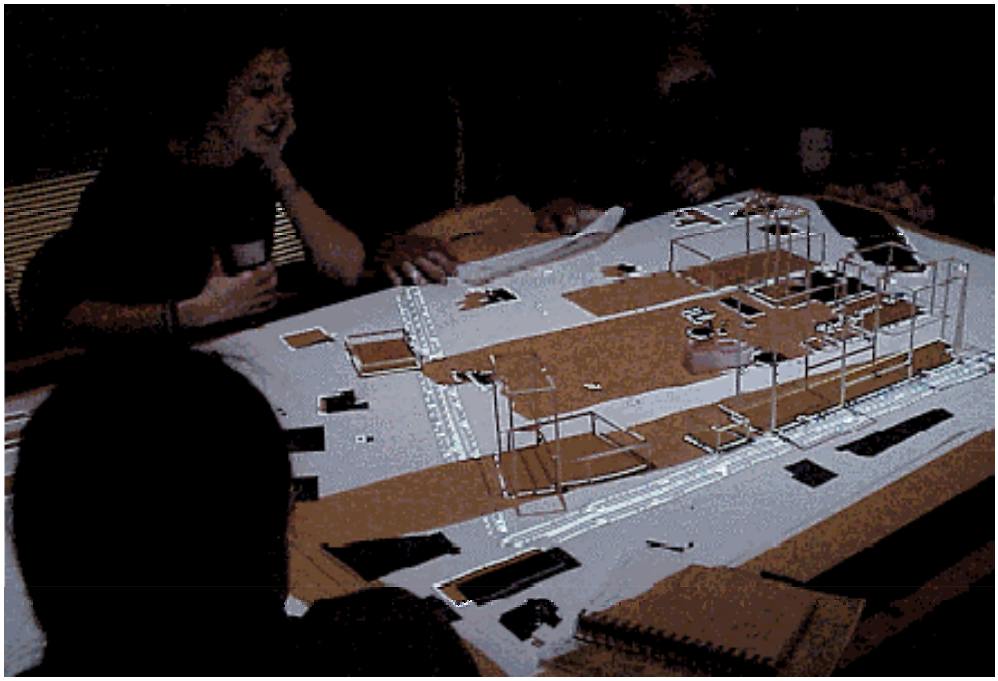
Questo strumento, che può essere considerato un'evoluzione della maquette in senso digitale, consente di simulare contestualmente e in tempo reale più informazioni. Così gli esiti di un progetto, tradizionalmente analizzati e rappresentati separatamente, possono essere riaccorpati per facilitarne una valutazione integrata. Gli *output* variano al variare della configurazione urbana e possono rappresentare un momento specifico (simulazione statica) o descrivere temporalmente una situazione (simulazione dinamica). Spostando gli edifici in scala si modificano di conseguenza gli effetti in tempo reale, come ombre e venti. Gli esiti degli aspetti che si è deciso di visualizzare possono essere proiettati sul piano della maquette o a parete (*figg.117*-118); con questo strumento è quindi per esempio possibile guardare il modello e vedere sul piano lo scorrere delle ombre lungo una giornata (*fig.119*).



117. *Luminous Planning Table*: modalità di funzionamento. Lo strumento consente l'interazione di più persone su un modello che integra simulazioni digitali e fisiche, nonché diverse tipologie di analisi normalmente analizzate su *medium*, tempi e basi differenti
[Fonte: http://web.mit.edu/ebj/www/lpt/sld001.htm 04.02.2009]



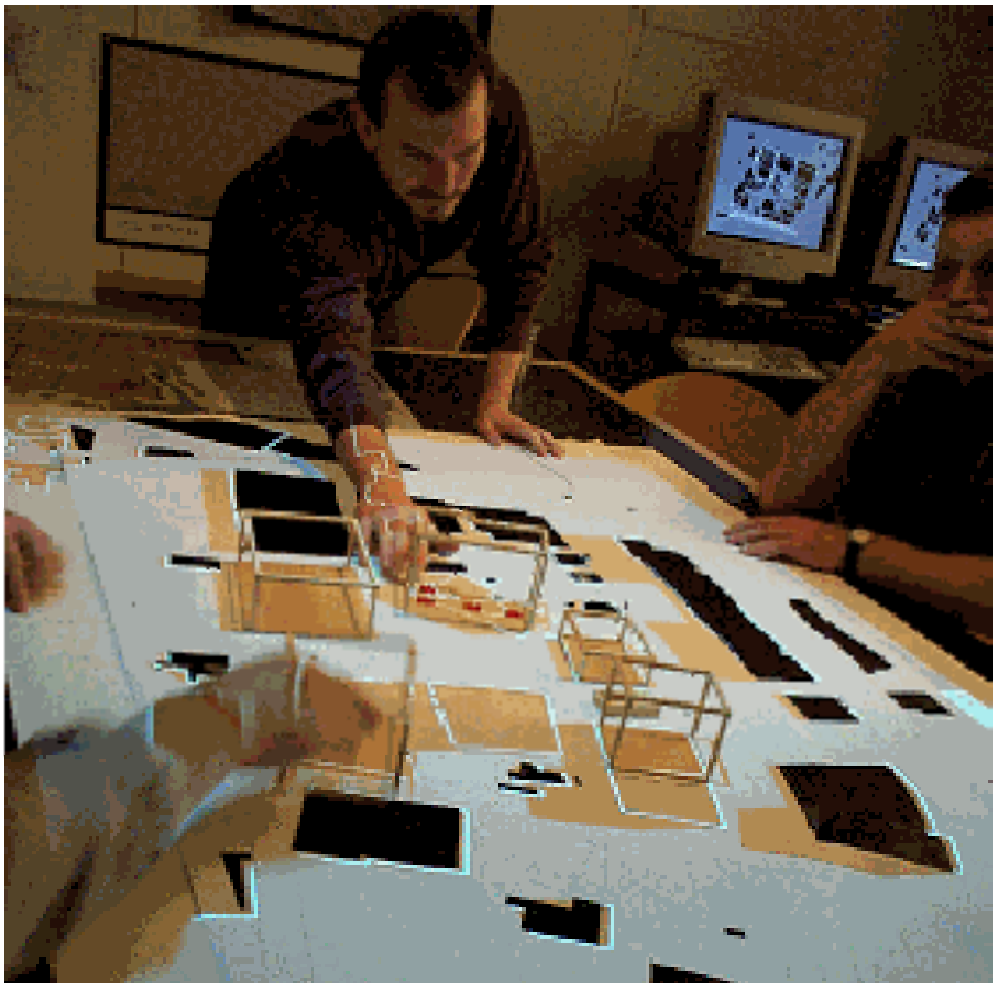
118. *Luminous Planning Table*: diverse modalità di visualizzazione simultanee
[Fonte: http://web.mit.edu/ebj/www/lpt/sld001.htm 04.02.2009]



119. Luminous Planning Table: le ombre generate dai volumi fisici sono visibili, anche in modo dinamico, sulla base del plastico
[Fonte: http://web.mit.edu/ebj/www/lpt/sld001.htm 04.02.2009]

La maquette tradizionale si evolve così in uno strumento ibrido che consente la visualizzazione sincrona di diverse, ma interdipendenti, informazioni da punti di vista e secondo modalità di lettura differenti. L'opportunità di usufruire di uno strumento di simulazione altamente interattivo, che coniuga caratteristiche fisiche e digitali (*Tangible User Interface – TUI*)[76] e consente di produrre in *real-time* simulazioni statiche e dinamiche (eventualmente visionabili in modo immersivo), garantisce una visualizzazione sincrona di diversi aspetti di un ambiente specifico e rende vincente questo innovativo strumento capace di convogliare le potenzialità di ogni tipologia di simulazione per restituire un valore aggiunto che non è mera addizione delle singole parti. Questa possibilità consente una miglior comprensione delle implicazioni di ogni proposta e arricchisce il processo creativo, comunicativo e valutativo a supporto di percorsi formativi. La possibilità di interagire con il modello verificando immediatamente gli esiti delle idee consente un confronto diretto che facilita il dialogo per una progettazione condivisa (*fig.120*) divenendo un ottimo alleato [Ben-Joseph 2001, p.199] sia in fase progettuale che di verifica.

76 . L'idea di coniugare oggetti tangibili con elementi digitali in un unico strumento fu sviluppata al *MIT's Media Laboratory* negli anni novanta. Questo approccio si differenziava parzialmente dall *'Augmented Reality*, che mirava prevalentemente ad associare scenari reali con immagini virtuali grazie a strumenti di visualizzazione di tipo immersivo. Dalla prima idea del del *Tangible User Interface* fu installato solo nella primavera del 2000 il primo LPT per uso scolastico al MIT e [Ben-Joseph 2001, p.199].



120. *Luminous Planning Table*: possibilità di variare la configurazione in tempo reale
[Fonte: http://web.mit.edu/ebj/www/lpt/sld001.htm 04.02.2009]

Altre tipologie di simulazione legate alla *Virtual Reality* e all'*Augmented Reality* non consentono ancora quell'immediatezza di impiego utile al processo creativo, anche se è facilmente ipotizzabile che l'evoluzione di queste tecniche porterà una rivoluzione in questo senso[77]. Ciò non toglie che le presenta-

77. Ci sono diverse ricerche in questa direzione; anche il Laboratorio di *Virtual Prototyping* del Politecnico di Milano (ingegneria Bovisa) sta sviluppando degli strumenti che, grazie alla *Virtual Reality*, consentono di modellare virtualmente degli oggetti di design con una visualizzazione stereoscopica associata a strumenti che consentono una percezione tattile; in questo modo il confine tra maquette fisica e digitale va assottigliandosi e quest'ultima può avvantaggiarsi delle potenzialità della prima.

zioni che prevedono modalità altamente immersive e interattive, tipiche di questi strumenti, sono già oggi efficaci nella descrizione del progetto. La prevedibile diminuzione dei costi delle attrezzature per la simulazione e una parallela semplificazione d'utilizzo potrebbe portare ad un maggior impiego di questo approccio nella costruzione del progetto.

comparazione tra alternative progettuali

Strumenti di simulazione che possono collaborare alla fase di ideazione possono anche contribuire efficacemente alla ***comparazione delle alternative progettuali*** supportando le scelte. La simulazione consente un immediato apprezzamento degli aspetti compositivi del progetto ma anche una lettura comparativa delle diverse ricadute puntuali di ogni alternativa. La semplicità di lettura facilita la comprensione e favorisce il dialogo tra tutor e studente, dialogo che può svolgersi col supporto di visualizzazioni che collaborano a concretizzare gli esiti progettuali. Questi momenti di verifica in itinere possono utilmente divenire momenti di condivisione allargata delle idee che oltre a collaborare a definirne un eventuale reindirizzamento progettuale possono anche essere impiegati per sviluppare giochi di ruolo tra gli studenti basati su approcci negoziali.

Come è stato detto il dettaglio delle simulazioni sarà necessariamente proporzionale all'avanzamento del progetto stesso. Quando però la simulazione diviene anche momento di condivisione e di verifica in itinere allora deve cercare di essere il più compiuta possibile rispetto al percorso svolto per permettere al maggior numero di persone di comprendere correttamente gli impatti progettuali rispetto al tessuto urbano e porre quindi le basi per lo sviluppo del dialogo nonché del lavoro stesso [Pflüger 2001, p.111]. La possibilità di confrontare gli esiti delle proprie soluzioni progettuali con quelle prodotte da altri studenti attiva un momento formativo in cui il riscontro tra

gli impatti di diverse alternative progettuali, o regole di piano, facilita un dialogo costruttivo[78].

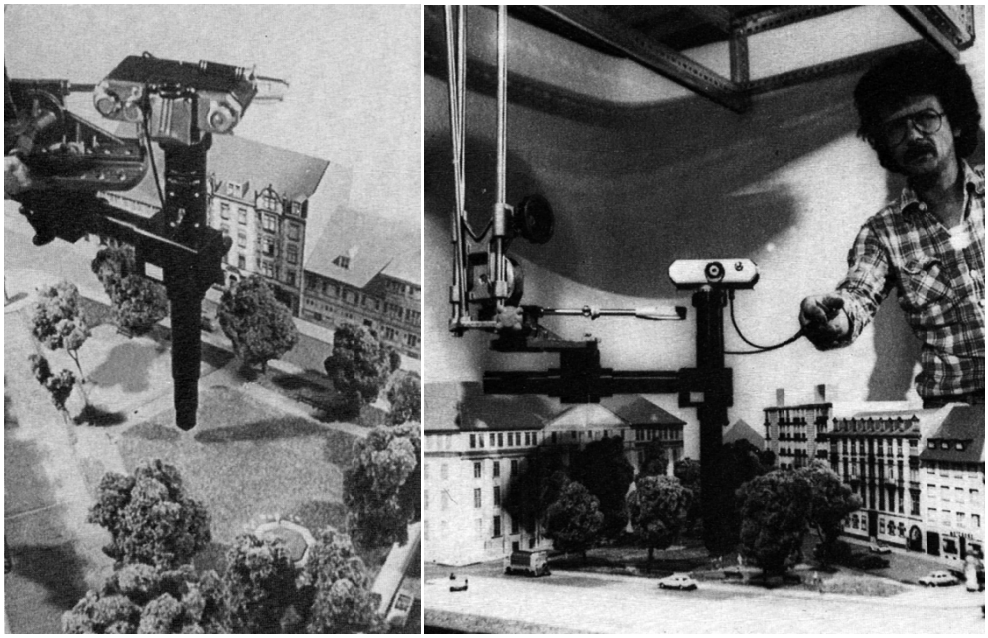
Lyndell Square, Karlsruhe

Un progetto di ricerca che ha lavorato su questo approccio è stato sviluppato all'*Institute of Urban Planning* della *University of Stuttgart* alla fine degli anni '70. Lo studio si concentrava sulla valutazione della simulazione visiva quale supporto di visualizzazione per un'efficace anticipazione delle trasformazioni urbanistiche e parte della ricerca ha visto l'impiego della simulazione a supporto della formazione; sono state indagate diverse tipologie di simulazione e le relative potenzialità se usate singolarmente o in combinazione tra loro o con altre modalità di rappresentazione. A partire da questo studio sono state illustrate agli studenti del corso di progettazione alcune tecniche di simulazione, nello specifico foto e video combinate con maquette. Gli studenti hanno quindi sviluppato un progetto per un edificio a destinazione residenziale in *Lyndell Square* a *Karlsruhe*, in Germania, e hanno utilizzato le tecniche apprese per verificare gli esiti delle soluzioni ideate. L'area era effettivamente oggetto di un progetto di riqualificazione e questo permetteva agli studenti di confrontarsi virtualmente con una situazione concreta che avrebbe potuto essere un incarico professionale. Per realizzare le simulazioni è stata realizzata una maquette del contesto in scala 1:170 *(fig.121)* nella quale ogni progetto sviluppato poteva essere inserito. Le facciate degli edifici esistenti sono state fotografate con una fotocamera di grande formato in modo da ridurre al minimo le distorsioni. In fase di sviluppo alcuni elementi di disturbo, come alberi o macchine presenti nelle fotografie dei fronti, sono stati mascherati e corretti per rendere i fronti il più realistici possibili. Queste immagini sono state quindi applicate sui volumi degli edifici modellati e la maquette è divenuta la base da cui realizzare le viste. Le diverse so-

78. Questo approccio che vede la comparazione tra alternative è prassi collaudata nella valutazione di impatto ambientale di stampo americano. Il *National Environmental Policy Act (NEPA)* infatti stabilisce che vi debba essere un confronto tra diverse proposte progettuali (di solito 3) in fase di valutazione.

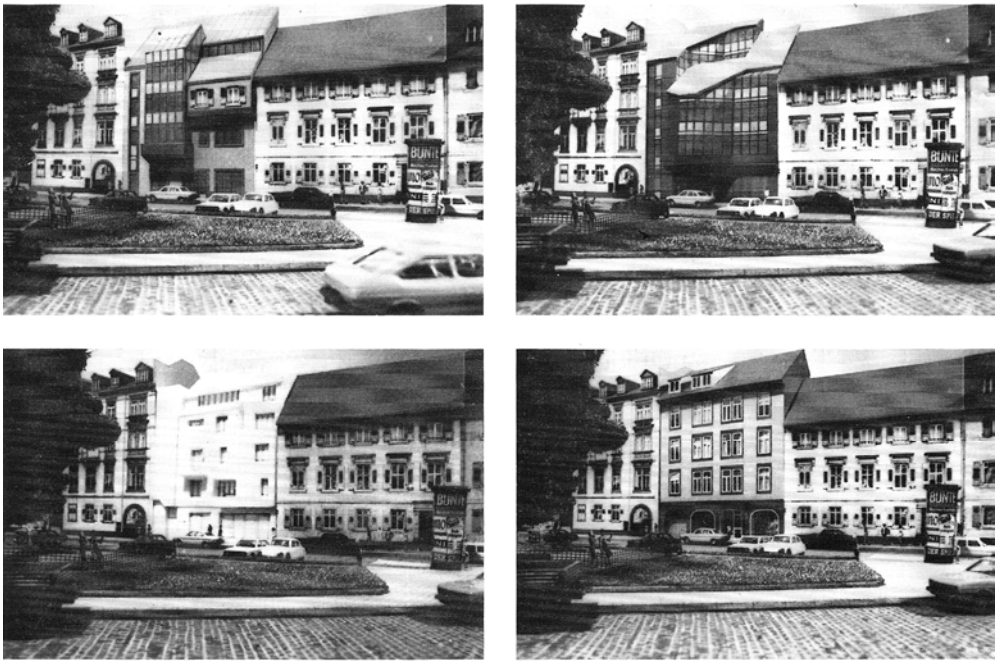
luzioni ideate venivano inserite nel modello e grazie ad un sistema di ripresa era possibile produrre viste statiche e dinamiche in soggettiva. Per rendere efficacemente comparabili i progetti le viste sono state riprese da uno stesso punto. Un sistema di movimentazione meccanica consentiva di muovere nelle tre direzioni (x,y,z) una fotocamera o una videocamera (16mm) con prolunga endoscopica all'interno della maquette (*fig.122*). Gli studenti hanno quindi usato le simulazioni prodotte per valutare l'inserimento nel contesto delle proprie soluzioni progettuali, per confrontarle tra loro (*fig.123-124*) e per sviluppare alcune considerazioni specifiche. Allo stesso modo, e con il duplice obiettivo di avvicinare gli studenti al percorso professionale e di garantire alle autorità di comprendere le potenzialità della simulazione, i video realizzati sono stati mostrati all'amministrazione comunale perché valutassero le alternative proposte dagli studenti. L'amministrazione si dichiarò stupita dell'efficacia delle visualizzazioni e notò come il linguaggio impiegato facilitasse i processi di *decision-making* e agevolasse la comprensione [Burden 1985, pp.72-75; Markelin 1993, p.31-34].

121. Maquette di *Lyndell Square, Karlsruhe* in scala 1:170 realizzata dalla *University of Stuttgart* quale base per comparare i progetti degli studenti
[Fonte: Burden 1985, p.72]



122. Fotocamera con prolunga endoscopica usata per realizzare viste in soggettiva all'interno del plastico
[Fonte: Burden 1985, p.74]

123. Foto della condizione reale esistente di *Lyndell Square, Karlsruhe*
[Fonte: Burden 1985, p.73]



124. Simulazione e comparazione tra diverse alternative progettuali sviluppate dagli studenti della *University of Stuttgart* (*Department of Urban Design and Planning*) per *Lyndell Square, Karlsruhe*
[Fonte: Burden 1985, p.73]

presentazione del progetto

Nella ***fase conclusiva e di presentazione del progetto*** le simulazioni sviluppate in itinere divengono riferimento per il disegno di dettaglio che darà poi forma alla modellazione definitiva. Inoltre le diverse tipologie di simulazione individuate quali più adatte per la descrizione del progetto e delle sue ricadute possono essere aggiornate a progetto concluso e divenire strumento che ne agevola la presentazione.

Diverse tipologie di simulazione possono essere impiegate parallelamente a metodi più tradizionali per descrivere il progetto e i suoi effetti. Queste possono essere rese sia da basi analogiche che digitali. I modelli realizzati possono essere impiegati per realizzare nuove elaborazioni; fotografie della maquette, ad esempio, possono essere adoperate per realizzare planivolumetrie del progetto. Le simulazioni possono aiutare a mostrare e riflettere sugli esiti percettivi del progetto, ma possono anche essere impiegate per presentare il lavoro ad un pubblico non esperto. L'applicazione di questo approccio in ambito accademico permette agli studenti di apprendere un metodo che professionalmente potrà essere da supporto nel dialogo col cliente; questo è tanto più importante in considerazione del fatto che facilmente il committente non avrà le capacità per interpretare efficacemente le rappresentazioni convenzionali e comprenderne appieno gli esiti percettivi che caratterizzeranno l'esperienza. Perché la realizzazione non disattenda le simulazioni, e quindi le aspettative del cliente, il progettista deve però essere capace di realizzare simulazioni accurate. Questa capacità permette di creare un ponte tra gli attori in gioco e consente di conseguenza un confronto più efficace tra professionista e committenza, sia questa un soggetto pubblico o privato.

La rapida evoluzione di nuove tecniche e tecnologie, la loro semplificazione e l'abbassamento dei costi, stimolano lo studio dell'applicabilità di alcuni strumenti, tradizionalmente appartenenti ad altri settori, anche in ambito urbano. Gli avanzamenti tecnici sviluppati in altri ambiti di ricerca possono infatti rispondere efficacemente anche ad alcune esigenze specifiche legate ai processi urbanistici. Possono divenire strumento di ideazione e valutazione dei progetti e favorire un percorso didattico basato sulla sperimentazione.

4.2. Il Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano: un'esperienza diretta

«A new laboratory at the Politecnico di Milano was established to provide urban planning students with the necessary skills to model change in order to better understand its implications.» [Bosselmann 2007, p.6]

OBIETTIVI DEL LABORATORIO

Come descritto nel primo capitolo, il *Laboratorio di Simulazione Urbana* del *Politecnico di Milano*, fondato all'inizio del 2007, è il primo laboratorio italiano ad occuparsi dei temi della simulazione percettiva in senso stretto. Uno degli obiettivi chiave è quello di sviluppare un approccio che consenta di restituire diversi elementi in modo integrato attraverso un linguaggio di immediata lettura. L'ambizione è infatti quella di proporre una lettura interdisciplinare che associa metodi di comunicazione tradizionali a modalità innovative per facilitare la comprensione anche ad un pubblico poco esperto o non specializzato. Non solo i cittadini ma anche le amministrazioni, gli stessi professionisti e ovviamente gli studenti, possono trarre vantaggio da questa impostazione. Come è già stato ricordato diverse volte, per le persone meno esperte non è scontato tradurre gli esiti percettivi di un progetto presentato con rappresentazioni concettuali ed è piuttosto facile che vengano fuorviati da simulazioni poco accurate. È anche frequente che lungo il percorso di definizione dei grandi progetti di trasformazione urbana vengano coinvolti esperti con competenze e specializzazioni differenti. I diversi aspetti di un progetto sono spesso studiati da attori distinti che hanno la necessità di dialogare tra loro. Per questi professionisti non risulta sempre immediato interpretare correttamente e in modo accurato gli elaborati tecnici prodotti da altri settori disciplinari; una conoscenza non specialistica su un tema può rendere più difficile

la comprensione delle ricadute di alcune soluzioni anche tra architetti con specializzazioni diverse, ad esempio tra quelli che lavorano sui temi della sostenibilità ambientale e quelli che si occupano invece di progettazione urbana. Questo processo, già complesso per settori affini, può risultare più difficoltoso per figure professionali distinte che si trovino a dialogare e interagire tra loro, come può avvenire ad esempio tra architetti e avvocati o amministratori.

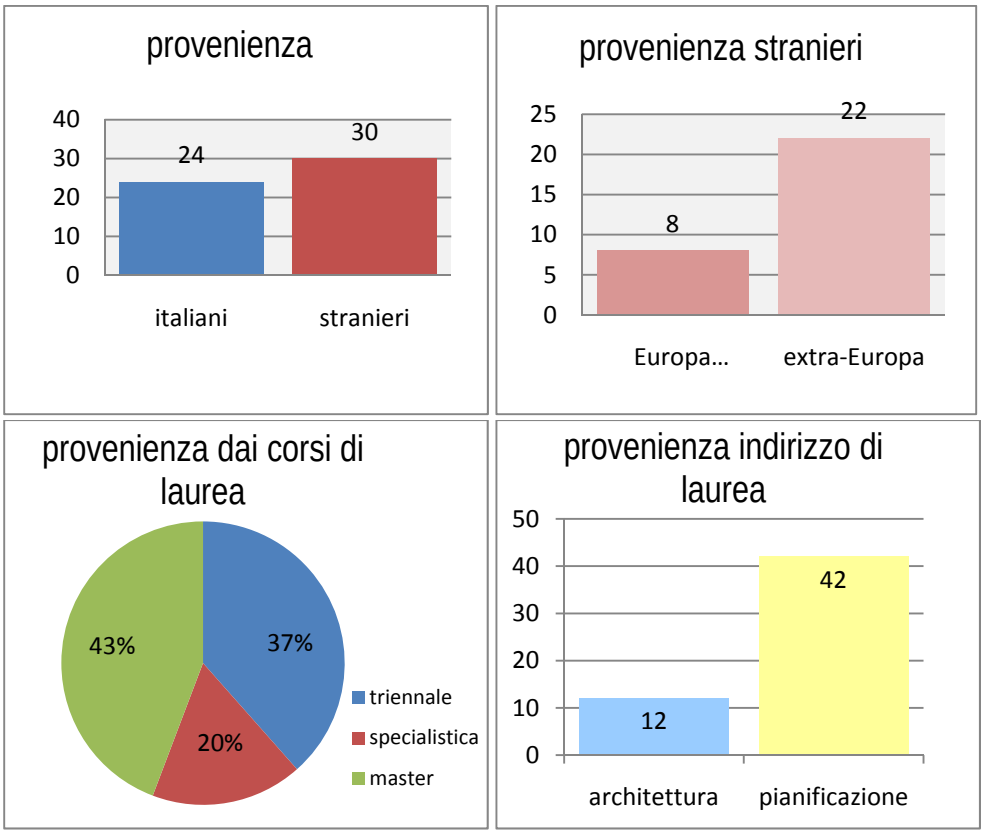
Il *Laboratorio di Simulazione Urbana* mira ad agevolare il dialogo tra i diversi attori per favorire valutazioni informate; al contempo, sta sperimentando un approccio integrato che, lavorando in modo interdisciplinare, favorisca la lettura combinata e trasversale a più tematiche. Questo approccio può indirizzare la progettazione e supportare efficacemente la valutazione. Le considerazioni rispetto ad un tema non possono che essere verificate anche in modo trasversale rispetto alle ricadute complessive; per questo motivo agevolare la lettura delle interconnessioni tra gli elementi può favorire la definizione delle scelte. Soluzioni che singolarmente risultano efficaci possono presentare un "conflitto di valore" se guardate in un'ottica più ampia e «in taluni casi, i professionisti competenti devono non solo risolvere problemi tecnici mediante la selezione di strumenti appropriati in vista del raggiungimento di fini di per sé chiari e coerenti; ma devono anche conciliare, integrare, o scegliere tra valutazioni conflittuali di una situazione costruendo così una coerente risoluzione valoriale del problema» [Schön 2006, p.35].

Per favorire quest'approccio interdisciplinare il laboratorio è stato da subito impostato in tre macroaree principali che trattano i temi dell'impatto visivo, ambientale ed economico-fiscale. Nell'impostare il percorso di crescita del laboratorio è stata definita come prioritaria la necessità di sviluppare alcune competenze specifiche rispetto al tema della simulazione visiva. Questa scelta è nata dalla necessità di trovare un linguaggio di immediata comprensione che, oltre a configurarsi quale efficace supporto per la verifica degli esiti compositivi dei progetti da un punto di vista percettivo, potesse al contempo contribuire a restituire approfondimenti tematici diversi, facilitando il dialogo e il confronto interdisciplinare. In questa prima fase di implementazione

della struttura le attività sono state rivolte alla didattica avanzata, gli studenti partecipano attivamente alla ricerca in corso.

Come già riportato nel primo capitolo, l'avvio e le prime esperienze del laboratorio sul caso in esame sono state sviluppate col supporto e sotto la guida di *Peter Bosselmann*, professore di *Urban Design* delle *University of California* (*Berkeley*) e direttore dell'*Environmental Simulation Laboratory*. Le sue indicazioni, frutto di un'esperienza trentennale, hanno collaborato a definire l'organizzazione strutturale del laboratorio e hanno guidato l'impostazione teorica e pratica delle attività. Nell'anno di permanenza come *visting professor* presso il Politecnico di Milano, un primo periodo è stato dedicato a predisporre la struttura, gli obiettivi, i metodi d'indagine e la strumentazione da impiegare, mentre la seconda parte dell'anno ha visto l'inizio delle attività sotto la sua costante supervisione, nonché diretta collaborazione[79]. Fin dal principio lo svolgimento di tutte le attività ha coinvolto diversi tirocinanti che hanno deciso di svolgere uno *stage* presso questa struttura di ricerca. Gli studenti che ad oggi hanno collaborato con il laboratorio afferiscono sia al corso di laurea triennale che al corso di laurea specialistica e provengono sia dalla facoltà di architettura che da quella di pianificazione territoriale; una parte consistente dei tirocinanti, più della metà, è composta da studenti stranieri che svolgono il *master* presso il Politecnico di Milano (*fig.125*). La provenienza da differenti percorsi di studi garantisce una possibilità di scambio tra esperienze diverse altrimenti difficilmente sperimentabile tra gli studenti.

79. Alcuni esiti dell'esperienza con il Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano sono descritti in: **Bosselmann**, Peter, [2008], *Urban Transformation. Understanding City Design and Form*, Island Press,Washington



125. Grafici relativi alla provenienza dei tirocinanti che hanno collaborato con il *Laboratorio di Simulazione Urbana*
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); dati aggiornati a novembre 2009]

Il lavoro settimanale è normalmente articolato in più giorni e agli studenti viene richiesta una collaborazione di almeno due giornate alla settimana, preferibilmente consecutive; questo gli consente di lavorare sullo stesso tema con maggior continuità, utilizzando una modalità operativa analoga a quella professionale. Uno degli obiettivi è quello di inserirli nella ricerca universitaria e di avvicinarli virtualmente al mondo della pratica professionale. Il calendario delle attività del laboratorio non segue quello dei corsi universitari, di conseguenza gli studenti afferiscono singolarmente al gruppo di ricerca in momenti diversi dell'anno accademico. Nel primo periodo del tirocinio viene chiesto ad ogni studente di realizzare delle elaborazioni piuttosto semplici, di solito si tratta di restituzioni fotografiche delle facciate o della resa dei volumi per la maquette. Queste attività hanno un triplice obiettivo, da un lato consentono la prosecuzione di un lavoro necessario ma anche estremamente

ripetitivo, dall'altro danno agio agli studenti di integrarsi nell'ambiente di lavoro e inoltre danno la possibilità al *tutor* di formarsi un'idea delle capacità e delle propensioni dello studente per poterlo appropriatamente collocare rispetto alla fase di lavoro successiva, che lo vedrà impegnato rispetto ad un tema specifico. Gli approfondimenti in corso sono molteplici e si cerca di posizionare gli studenti cercando di assecondare le loro inclinazioni; viene inoltre chiesto loro di sviluppare un certo grado di autonomia non solo nello svolgimento delle attività, ma anche nel proporre soluzioni e nuovi sviluppi sperimentali; ovviamente tutto il percorso si svolge avendo il *tutor* come referente e con la sua supervisione. I lavori sviluppati sono tra loro correlati, questo aiuta gli studenti a sviluppare quell'attitudine al lavoro di gruppo e al coordinamento tra le parti che caratterizza anche l'approccio professionale. Il lavoro da svolgere non è finalizzato esclusivamente alla formazione, ma costituisce un più ampio percorso di ricerca di cui gli studenti si sentono parte. Il sentirsi coinvolti in un attività che si estende oltre la durata del tirocinio, la responsabilizzazione e l'eventuale possibilità di sviluppare i propri interessi a scopo di ricerca si è rivelato di grande stimolo per gli studenti; più di una volta questo li ha spronati a proseguire il lavoro oltre il periodo di tirocinio come progetto di tesi. È il caso ad esempio di due tesi sperimentali[80], i cui esiti sono descritti di seguito, che hanno sviluppato alcuni dei contributi più interessanti delle prime attività del laboratorio.

CASO STUDIO

Il progetto milanese per l'area ***Garibaldi-Repubblica*** (*figg.126-127*), attualmente in fase di realizzazione, è stato scelto quale caso significativo per testare l'impiego delle diverse tipologie di simulazione visiva a supporto della

80. **Canzanella**, Nicola, **Secchi**, Francesco, [2009], *Simulazioni urbane del progetto Porta Nuova: confronto fra tecniche*, relatore prof. Fausto Curti, correlatore arch. Barbara E.A. Piga

Signorelli, Valerio, [2009], *Metodi di simulazione energetica e climatica alla scala microurbana. Un approccio sperimentale e un'applicazione sul progetto Porta Nuova*, relatore Fausto Curti, correlatore Gian Luca Brunetti

Francesco Secchi e Valerio Signorelli sono diventati collaboratori del Laboratorio di Simulazione Urbana

valutazione dei grandi progetti di trasformazione urbana; l'importanza del sito e la dimensione complessiva dell'intervento lo rendono infatti particolarmente significativo per verificare l'uso degli strumenti a supporto della valutazione. I temi fin ora affrontati rispetto al tema della simulazione percettiva riguardano l'impatto visivo, le condizione microclimatiche e il *comfort* degli spazi pubblici. La trasformazione prevede la riconversione urbana a destinazione mista dell'area e ne conferma il carattere prevalente di *business center*. La superficie territoriale complessiva è di oltre 300.000 m² e prevede un'edificabilità che supera i 350.000 m² di slp[81], con una dotazione a standard di 160.000 m² (di cui 44.000 m² destinati a parcheggi) [Arcidiacono et al. 2007, p.41-42]. Il progetto abbraccerà il centro cittadino con alcuni tra i più alti edifici previsti per la ridefinizione del suo *skyline*. Insieme ad altri importanti progetti per Milano, infatti, la realizzazione di questi interventi costituirà il primo passo significativo della trasformazione della città, che abbandonerà il tradizionale profilo orizzontale a favore di uno sviluppato in altezza. Il progetto (*fig.128*) è infatti composto dal Programma Integrato di Intervento (Pii) dell'ambito Garibaldi-Repubblica (Città della Moda, nuove sedi della Regione Lombardia e del Comune di Milano), con una superficie complessiva di 230.338 mq e una edificabilità prevista di 229.000 mq di slp con edifici alti fino a 161 m (Regione Lombardia)[82], dal Pii Isola-Lunetta, con una superficie complessiva di 28.879 mq e un'edificabilità prevista di 29.000 mq di slp ed con un altezza massima di 108 m, l'area ex-Varesine, soggetta al solo permesso di costruire convenzionato, con una superficie complessiva di 40.000 mq e una edificabilità prevista di 82.000 mq di slp e un'altezza massima di 128 m, oltre ad un intervento confinante con l'area del Pii Isola-Lunetta, che

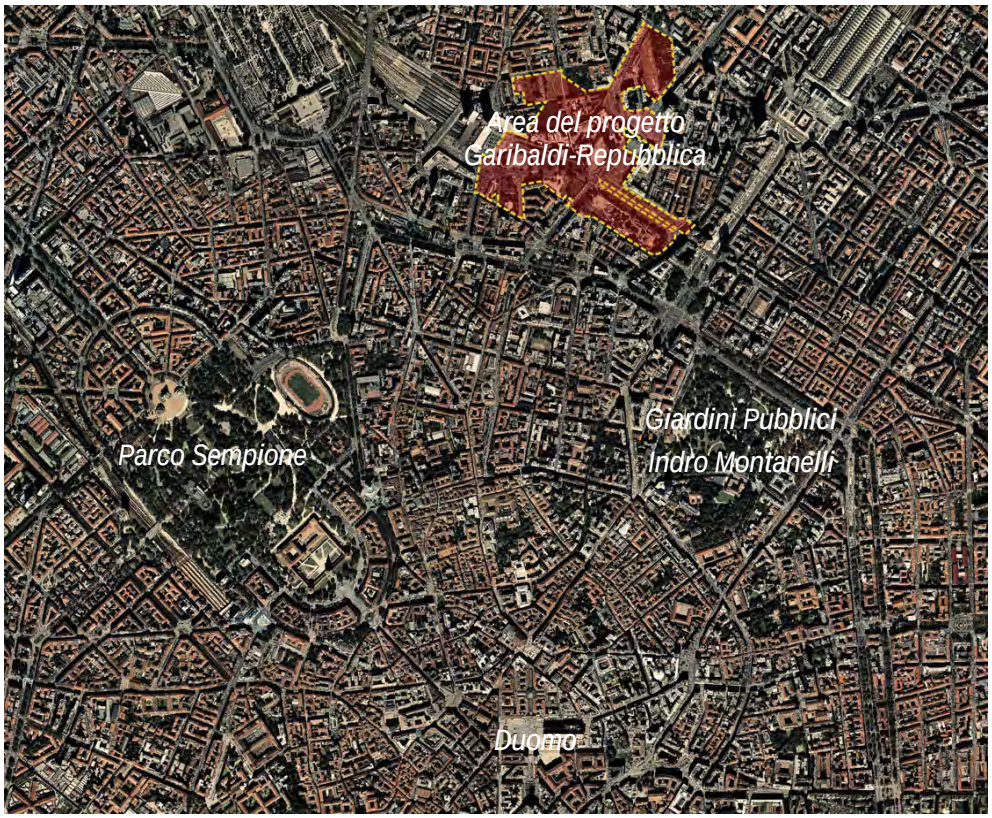
81 . L'ambito di intervento include diversi progetti . La media degli indici di utilizzazione fondiaria è intorno ai 2,6 m²/ m²

82. La torre più alta del progetto Città della Moda è di 128 m, ma se si considera anche i 98 m dell'antenna collocata sul tetto si raggiungono i 226 m d'altezza

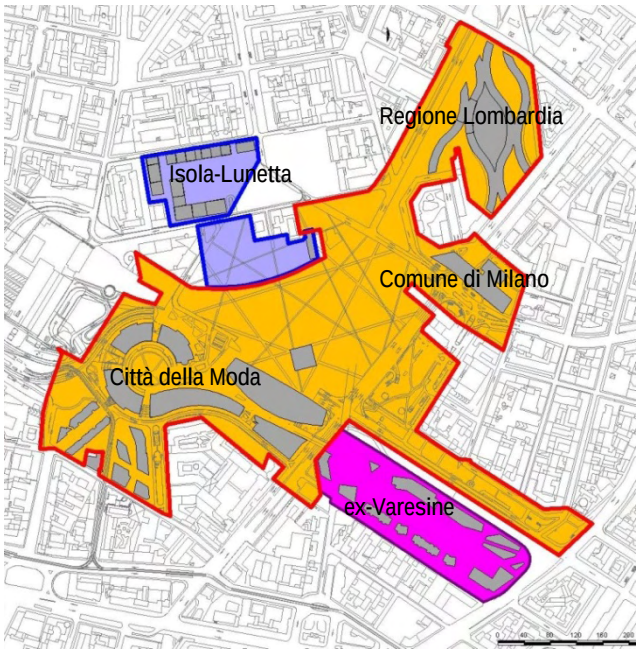
insiste su un'area di circa 8.800 mq soggetta a permesso di costruire e per la quale è prevista un'edificabilità di oltre 10.000 mq di slp[83]. Questo caso risulta di conseguenza particolarmente significativo per valutare le effettive possibilità della simulazione visiva nel prefigurare gli esiti percettivi dei progetti e renderli facilmente comunicabili ai diversi attori coinvolti dal processo. L'utilizzo di questo approccio rende evidenti alcune scelte compositive che avranno un'importante influenza sulla nuova conformazione del profilo urbano e che diverranno le nuove emergenze visibili da luoghi anche distanti da quello di intervento.

126. Fotopiano dell'inserimento nel contesto del progetto per l'area Garibaldi-Repubblica a Milano [Fonte: www.porta-nuova.com (2009)]

83. Quest'intervento ricade in un'area prima appartenente al Pir 'de Castillia'



127. Localizzazione del progetto (area campita) per l'area Garibaldi-Repubblica nel al contesto milanese [Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]



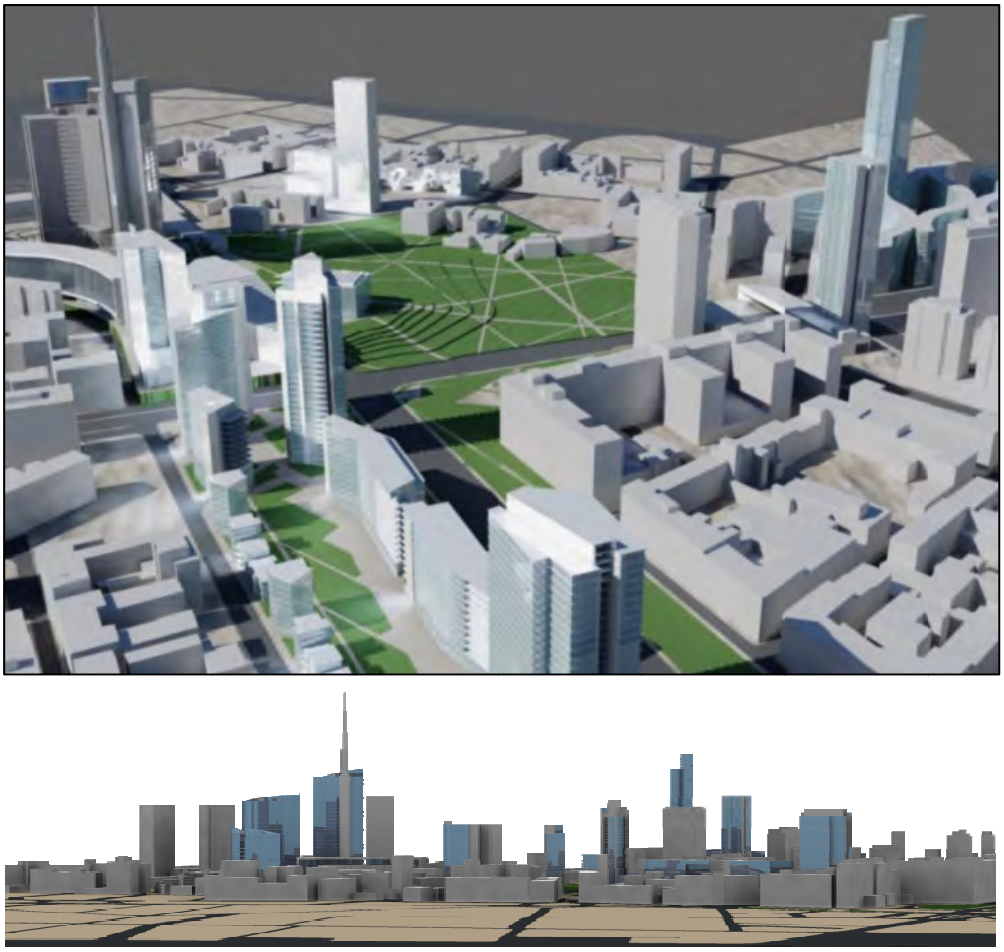
128. Planimetria del progetto per l'area Garibaldi-Repubblica [Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

Per evidenziare gli esiti qualitativi della trasformazione il laboratorio ha condotto un'analisi atta a valutare gli impatti fisici e morfologici sul contesto. Sono state realizzate diverse tipologie di simulazione, funzionali sia ad una visione d'insieme che ad approfondimenti specifici e in particolare: una maquette in scala 1:500 di 1 km² dell'area Garibaldi-Repubblica, un modello digitale della medesima porzione di città, nonché diverse simulazioni 2D (statiche e dinamiche) di approfondimento[84]. Tutti i tirocinanti, che l'autrice ha seguito personalmente, hanno attivamente collaborato alle fasi di predisposizione e realizzazione delle simulazioni rispetto al caso in esame; questo percorso ha consentito loro di apprendere una metodologia d'indagine e di comprendere meglio le implicazioni del progetto rispetto all'articolazione spaziale, al *comfort* ambientale e alla qualità complessiva della trasformazione.

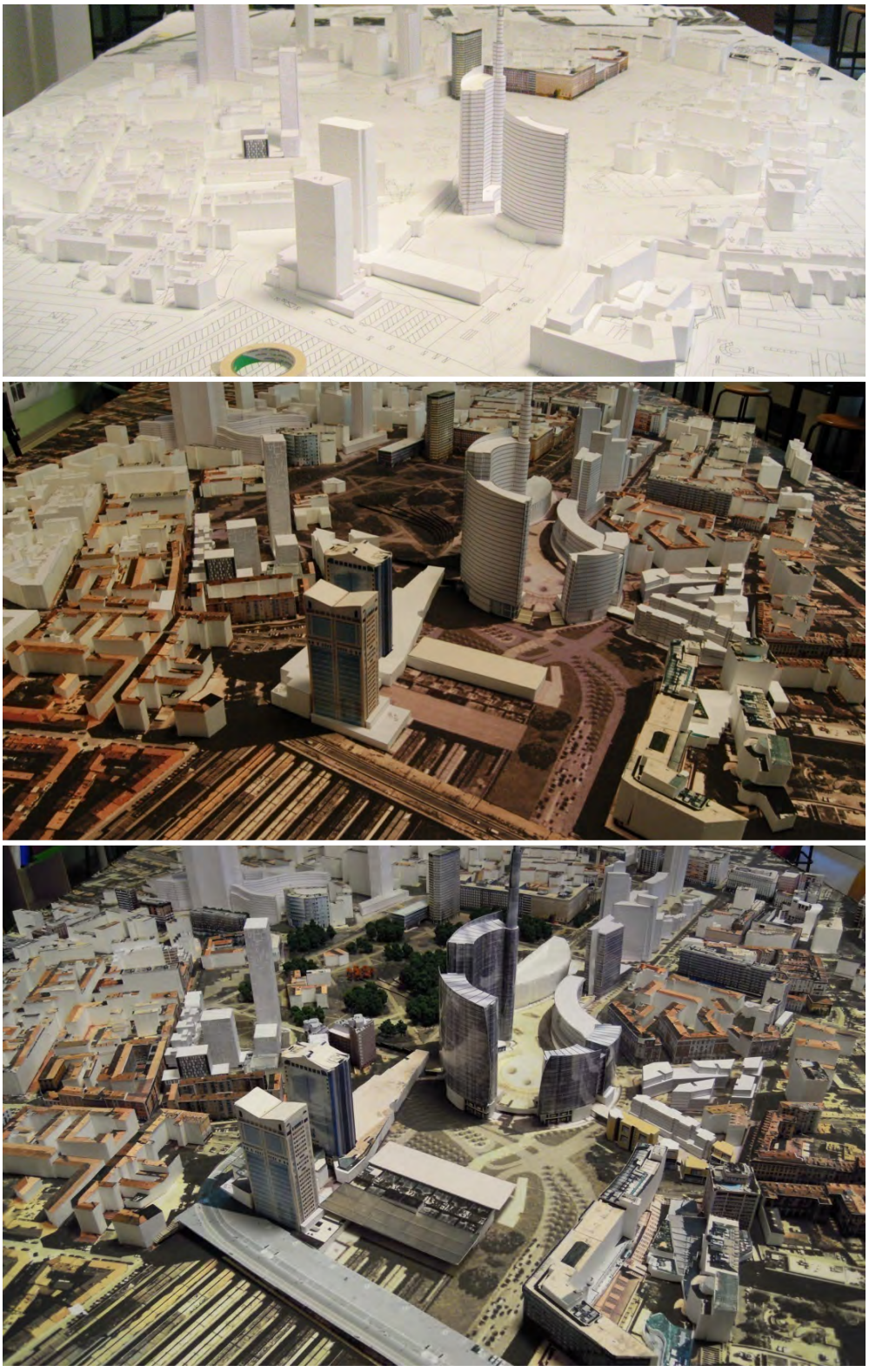
La prima fase di lavoro ha visto un'osservazione diretta dell'area che ha permesso di evidenziarne le caratteristiche peculiari e di formulare alcune ipotesi rispetto alla natura del luogo e ai temi da affrontare. Questo quadro interpretativo ha guidato la successiva fase di approfondimento, che si è avvalsa della simulazione per indagare alcuni dei temi rilevanti dal punto di vista percettivo. Dopo la raccolta dei materiali cartografici di base, peraltro piuttosto difficoltosa per quelli relativi alle trasformazioni previste, il primo lavoro affrontato ha ovviamente riguardato la restituzione dell'area nella sua condizione allo stato di fatto e in quella prevista. A tale proposito è stata per prima cosa realizzato, con la collaborazione dei primi tirocinanti, un modello digitale dell'area (*fig.129*). Parte del lavoro è stato indirizzato alla rettifica della cartografia di base del contesto esistente che, avendo più di dieci anni di vita, per alcune aree non era aggiornata all'effettivo stato di fatto. Sulla base del modello digitale è stato quindi predisposta la realizzazione della

84 . Queste includono simulazioni a visualizzazione sia bidimensionale che tridimensionale (stereoscopiche), nonché modalità di fruizione interattive e immersive

maquette in scala 1:500 (*fig.130*). Contestualmente è iniziato il sistematico rilievo fotografico delle facciate del contesto di progetto. Questo processo ha consentito al gruppo di lavoro di conoscere meglio l'area e i progetti. La realizzazione dei modelli è una parte significativa del lavoro, perché consente di portare una porzione di città in laboratorio, di testare le proposte di trasformazione, le diverse alternative e costituisce la base per realizzare altre tipologie di simulazione. Lo stesso percorso di realizzazione delle simulazioni ha contribuito all'individuazione di problematiche e potenzialità che meritavano un approfondimento.



129. Modello 3D digitale del progetto per l'area Garibaldi-Repubblica inserito nel suo intorno [Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]



130. Differenti fasi di realizzazione della maquette del progetto per l'area Garibaldi-Rpubblica a Milano [Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga (2007-2010)*]

Di tutti gli strumenti utilizzati la maquette ha svolto senza dubbio un ruolo chiave; è stata infatti un importante riferimento nella definizione di punti di vista significativi (poi sviluppati con altre tipologie di simulazione) ed ha agevolato l'individuazione di nodi e questioni che meritavano un approfondimento. Inoltre si è confermata efficace per la prima verifica della corretta restituzione delle altre tipologie di simulazioni prodotte ed è stata percepita da tutti i collaboratori come elemento centrale che favorisce il confronto e la condivisione delle considerazioni sul progetto. Quando si imposta un nuovo lavoro e si ha la necessità di una verifica "sul posto" la maquette diviene il primo elemento cui fare riferimento perché richiama la realtà del luogo in modo concreto. Fondamentale in questo senso è che i volumi siano trattati in modo fotorealistico; questo aspetto consente di realizzare viste in prima persona di facile lettura ed è particolarmente utile nella corretta lettura delle proporzioni degli elementi urbani e diviene riferimento indispensabile di riconoscibilità dei luoghi per il pubblico meno esperto. Oltre ad agevolare l'identificazione dello spazio urbano, riconoscere facilmente un luogo o un edificio, nonché averlo sott'occhio quale vivido riferimento, collabora a richiamare una serie di elementi non simulabili che hanno a che fare col significato intrinseco dei luoghi e col carattere specifico che rivestono per l'osservatore. Il grattacielo Pirelli o la Stazione Centrale rappresentati nel plastico non sono solo un riferimento utile per il riconoscimento dell'area e per l'orientamento rispetto al tessuto urbano modellato, ma richiamano anche il valore simbolico che rivestono per la città. La maquette così impostata non è solo supporto di visualizzazione e comunicazione, ma anche elemento di immedesimazione del soggetto nel contesto rappresentato. La possibilità di interazione veloce e intuitiva con lo strumento, come la possibilità di indicare gli elementi, guardare da più punti di vista, sottrarre un volume o vedere viste in soggettiva, ne sancisce la validità nel supportare il processo di indagine. Inoltre la sua realizzazione alla scala urbana e micro-urbana non richiede particolari abilità; questo rende il coinvolgimento non selettivo e qualsiasi studente può prendere parte al processo di costruzione apprendendo alcune tecniche base e ottenendo risultati soddisfacenti. Lavorare su

un riferimento fisico tridimensionale aiuta a sviluppare un corretto senso della scala di rappresentazione, abilità che con la diffusione dell'uso preponderante degli strumenti digitali è sempre più difficile acquisire. Certamente la maquette non può sostituire i sopralluoghi o altre tipologie di indagine, ma sicuramente è un valido riferimento, flessibile e piuttosto versatile. Sono infatti diversi gli approfondimenti che a partire da questo strumento si possono realizzare e, nonostante alcune analisi necessitino di strumenti professionali per essere condotte, possono essere impiegate anche alcune semplici e diffuse strumentazioni, che però forniscono elaborazioni meno accurate. È il caso ad esempio delle viste in soggettiva, che possono essere rese con semplici *webcam*, o della visualizzazione dell'ombreggiamento che può essere semplicemente riprodotto ponendo al sole la maquette orientata correttamente (*fig. 131*); questo procedimento, che tra l'altro garantisce la miglior resa da un punto di vista visivo, ha il grande limite di essere vincolato al momento dell'anno e della giornata in cui viene effettuata la simulazione, non è cioè possibile visualizzare e comparare in tempi brevi diverse situazioni temporali.

131. ‹‹Nello studio di Piero Bottoni a via Rugabella, Milano, 1973. Mucchi osserva il gioco delle ombre portate in un piccolo modello di carta per la "Fontana monumentale in Piazza Duca d'Aosta"» [Fonte: Rossari, Augusto, Bellini, Elena, Campion, Paola, [1993], *Mucchi: Archivio dei progetti e dei disegni d'architettura*, Dipartimento di progettazione dell'architettura del Politecnico di Milano]

Come indicato nei capitoli precedenti, nella simulazione percettiva la maquette dovrebbe essere resa in modo fotorealistico per essere correttamente intesa. Per questo è necessario un processo, piuttosto impegnativo, di realizzazione dei prospetti dell'edificato. Le restituzione fotografica delle facciate, composta da processo di ripresa e ricostruzione degli edifici esistenti tramite mosaicatura (*fig.132*), richiede fasi di lavorazione piuttosto lunghe, ma permette agli studenti di apprendere alcune tecniche e migliorare la conoscenza di alcuni *software* che potranno essere impiegati in ambito professionale. L'organizzazione di questo processo è piuttosto complessa perché si tratta di maneggiare un gran numero di riferimenti. Le foto scattate sono migliaia e ogni facciata può essere composta da decine di immagini. La produzione dei fronti del progetto segue una strada diversa; dopo aver studiato i prospetti è necessario individuare alcuni edifici esistenti paragonabili da cui è possibile trarre le immagini di base per la ricostruzione fotografica o, quando possibile, si può ricorrere a *texture* esistenti che verranno elaborate *ad hoc*. Le facciate riprodotte vengono applicate ai volumi modellati per garantire quel senso di realismo necessario alla resa percettiva degli ambienti urbani.

I modelli fisici e digitali sono la base che consente di sviluppare altre tipologie di simulazione. Il laboratorio, ad oggi, ne ha sperimentate diverse, tra queste vi sono percorsi di avvicinamento al progetto, singole viste rappresentative e *skyline* da punti notevoli (*fig.133*) . Nel complesso le simulazioni realizzate permettono una valutazione dell'impatto percettivo da un punto di vista morfologico, del *comfort* e dello spazio pubblico.

132. Fasi del lavoro di restituzione fotografica delle facciate (prime due immagini): ripresa e pulizia della facciata in postproduzione. Esiti della ricostruzione fotografica delle facciate del nell'area Garibaldi-Repubblica (ultime due immagini)
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); foto di *Barbara E.A. Piga (2008)*]

133. Progetto Garibaldi Repubblica a Milano. Vista dal 26° piano del grattacielo Pirelli
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

Un'altra tecnica particolarmente utile che è stata impiegata per realizzare diverse tipologie di simulazione è quella della sovraimpressione, che si è rivelata adatta anche per rendere la comparazione tra la condizione dello stato di fatto e quella prevista. Per visualizzare l'impatto del progetto alla scala urbana sono stati definiti dei punti di vista notevoli che permettessero di dare conto delle modifiche dello *skyline*. Nello specifico sono state realizzate tre viste, riprese dal tetto del Duomo, dalla cima della Torre Branca e dal ventiseiesimo piano del grattacielo Pirelli, che sono state rese grazie alla sovraimpressione del progetto renderizzato sulle fotografie dell'esistente. Se osservati con un unico sguardo gli elaborati danno la misura del cambiamento in verticale della città, ma la resa dell'effettiva percezione è alterata. Per avere una percezione realistica devono essere guardate dalla corretta distanza, da cui non è possibile cogliere l'intera immagine con un'unica occhiata, ma è necessario ruotare la testa per vedere tutta la scena; questa modalità richiama quella sperimentabile nella realtà e consente una miglior comprensione degli esiti percettivi generati dalla trasformazione, rendendo in modo estremamente chiaro il confronto tra la condizione esistente e quella futura.

Per la definizione delle viste rappresentative rispetto all'immediato intorno la scelta è stata effettuata grazie ad un'analisi ad ampio spettro realizzata con l'ausilio della microcamera nella maquette; questo lavoro ha consentito di verificare da quali punti di vista fosse visibile l'intervento e di individuare i nodi più significativi da un punto di vista percettivo. Identificate le viste rappresentative si sono condotte diverse simulazioni di approfondimento. La comparazione tra tipologie di simulazione che ritraggono uno stesso soggetto è un metodo particolarmente utile per comprendere le peculiarità dei diversi metodi. Alcune viste hanno quindi ritratto la trasformazione restituendo la vista percepibile da una specifica posizione, ma dando la possibilità all'osservatore di 'guardarsi intorno' da quel punto. Altre hanno ricostruito percorsi di avvicinamento al progetto resi grazie a una sequenza di fotomontaggi con punti di ripresa a breve distanza uno dall'altro o con dei video. In tutti i casi si è cercato di produrre elaborati che rendessero la percezione dinamica degli ambienti.

La modalità di ripresa con la microcamera nella maquette è un metodo particolarmente veloce e tutto sommato efficace per realizzare questa tipologia di simulazione, ma la resa qualitativa non è altissima e sono necessari dei compromessi. A causa del rapporto tra la dimensione della maquette, in scala 1:500, la relativa dimensione delle strade, dove quelle di media misura superano di poco i 2/3 cm, e la struttura della *microcar* (*v.cap.3.4.2*). (*fig.135*) a nostra disposizione per la movimentazione manuale della microcamera, l'altezza del punto di vista risulta troppo alto, corrisponde infatti a circa 6 m reali; per questo motivo la simulazione presenta una distorsione non trascurabile. Ciò non toglie che per una prima valutazione lo strumento si è rivelato estremamente efficace. Ci ha infatti permesso di individuare con facilità tutte le viste rappresentative che meritavano un approfondimento. È stato in primo luogo deciso di descrivere i tre percorsi principali di avvicinamento al progetto, che sono dislocati nelle tre aree del contesto che presentano differenti caratterizzazioni. Il primo asse, quello di corso Como, ha un carattere storico e costituisce il collegamento più diretto con il cuore della città; inoltre è un importante centro di aggregazione della vita notturna milanese. Il secondo asse e quello che parte dai giardini pubblici e, lungo via Galilei, giunge in via della Liberazione (*fig.134*). Quest'asse potrebbe diventare un raggio della rete dei corridoi ecologici urbani che potrebbero collegare il parco di progetto a quelli esistenti dei Giardini Pubblici Indro Montanelli e del parco Sempione. Un'analisi del verde condotta dal laboratorio evidenzia come la struttura e la dimensione della sezione stradale consentirebbero di accogliere nuove piantumazioni che andrebbero a completare il sistema verde esistente garantendo percorsi alberati continui tra i tre parchi. Il terzo asse oggetto di studio è quello che attraversa il quartiere Isola, a nord dell'area di progetto, e giunge alla *Biblioteca degli Alberi*. Quest'asse attraversa un'ampia area residenziale, che dovrebbe essere anche quella che usufruirà localmente dei servizi previsti. Questi percorsi sono stati simulati con modalità diverse poi comparate tra loro. I percorsi sono stati resi con sequenze ravvicinate di fotomontaggi, con video della maquette e con video reali a cui è stato sovraimpresso il progetto virtuale.

134. Progetto Garibaldi Repubblica a Milano. Simulazione di una vista che da via della Liberazione guarda verso la stazione Garibaldi; sulla sinistra dell'immagine il progetto per l'area delle ex-Varesine
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

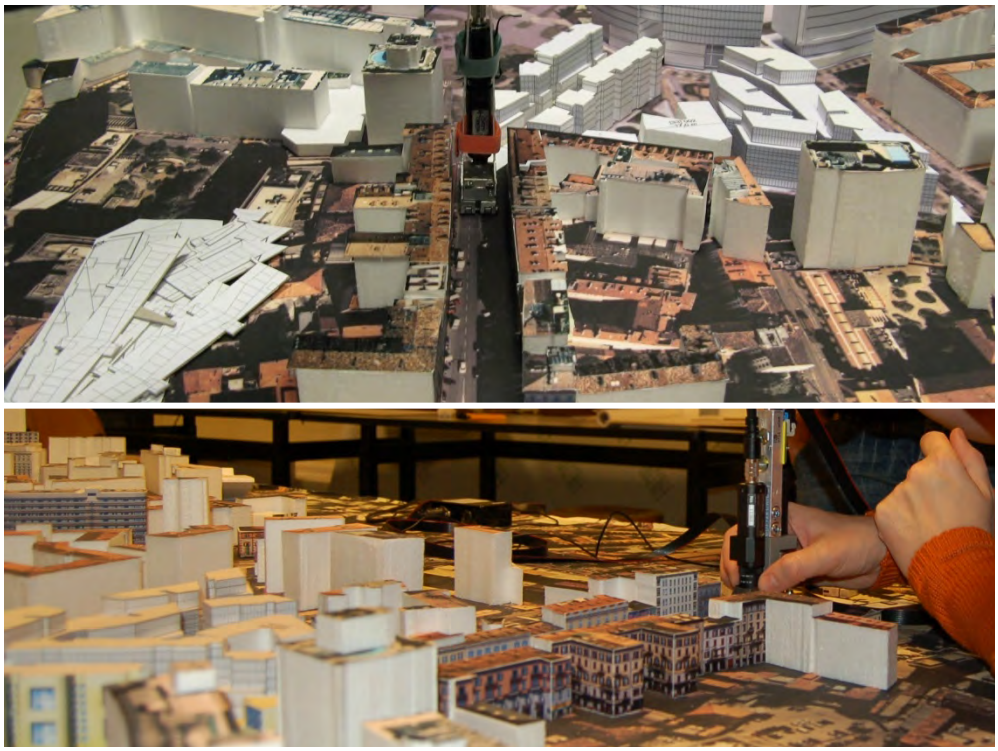
L'uso dei tre strumenti dà, ovviamente, risultati analoghi in termini di descrizione del progetto, ma garantisce modalità differenti di interazione con l'utente e favorisce di conseguenza la messa a fuoco di aspetti diversi del progetto. La sequenza di immagini consente di scegliere la velocità con cui muoversi, questo consente di avere maggior agio per soffermarsi sui singoli aspetti o punti di vista, ma fa perdere la relazione con l'esperienza complessiva del percorso. Anche quando visualizzate con una certa velocità lo scarto tra un'immagine all'altra non garantisce una soddisfacente omogeneità complessiva; questo limite non consente una resa percettiva verosimile del percorso. I video risolvono questo problema, ma la velocità di percorrenza è predefinita e l'utente non ha la possibilità di soffermarsi a lungo sui singoli punti di vista. Questo tipo di interazione è invece possibile quando l'osservazione ha la possibilità di realizzare il video in tempo reale usando la microcamera nella maquette. Questa possibilità garantisce alcuni vantaggio importanti, lascia libero l'osservatore di scegliere la velocità di percorrenza e di adeguarla di volta in volta rispetto alle viste d'interesse, ma soprattutto garantisce la possibilità di dirigere lo sguardo dove si preferisce. Questo aspetto indirizza l'esplorazione urbana e avvicina questa modalità alla reale osservazione degli ambienti. Per questioni tecniche, però, l'angolo di campo dell'obiettivo non è paragonabile al campo visivo umano, è infatti necessario un compromesso che garantisca di restituire un'ampiezza accettabile dell'angolo di campo e al contempo restituisca una percezione di dimensioni e distanze plausibili (questo comporta che nessuno dei due aspetti sia trattato in modo ottimale -*v.cap.2.2*-). Inoltre la resa qualitativa delle immagini è decisamente inferiore a quella che si percepisce nella realtà. Da questo punto di vista la tipologia di simulazione che prevede la sovraimpressione del progetto al video reale è quella più soddisfacente perché garantisce un'anticipazione più accurata degli esiti. Questa modalità è stata recentemente sperimentata dal *Laboratorio di Simulazione Urbana* e si configura come il primo esempio nel suo genere in ambito urbanistico. Gli esiti sono particolarmente interessanti perché, una volta appreso il metodo e le tecniche, garantiscono un risultato estremamente efficace a fronte di tempi di lavorazio-

ne ragionevoli. I limiti che emergevano dall'uso della microcamera nella maquette, ovvero la qualità delle immagini e l'altezza del punto di ripresa, ci ha portato a sviluppare una tecnica che consentisse di risolvere i due problemi principali dello strumento mantenendo la fluidità del video. L'occasione per testare questa tecnica si è resa possibile grazie allo sviluppo della tesi triennale di due studenti che avevano svolto il tirocinio presso il laboratorio, *Nicola Canzanella* e *Francesco Secchi*[85]. Come era stato fatto in passato con le prime tecniche di ripresa dinamica impiegate in ambito urbanistico, è stato realizzato un lavoro di ricerca che ha consentito l'individuazione di tecniche applicate in altri campi che potessero rispondere efficacemente alle necessità evidenziate. Secondo il gruppo di lavoro, infatti, le modalità già utilizzate in ambito urbanistico non garantivano le prestazioni che stavamo cercando. La soluzione è stata individuata nell'impiego di tecniche cinematografiche che garantiscono la corretta sovraimpressione del render di progetto al video della condizione esistente per una fedele restituzione dell'ambiente previsto. Queste simulazioni hanno garantito un esito superiore alle aspettative quale supporto per la comprensione dell'impatto fisico del progetto Garibaldi-Repubblica. Chiaramente il limite sta nel fatto che il punto di vista proposto è vincolato a quello definito dall'autore, così come le condizioni dell'ambiente sono relative a quelle specifiche della ripresa del contesto. In effetti le sperimentazioni condotte dal *Laboratorio di Simulazione Urbana* confermano ancora una volta come l'impiego parallelo di diverse tipologie di simulazione costituisca il miglior metodo per cogliere diversi aspetti di un progetto.

Una soluzione che garantisce un'interessante via di mezzo tra l'impiego di riprese nella maquette e l'uso di video del contesto reale è stata recentemente

85. Tesi di laurea triennale del corso di laurea in pianificazione urbanistica: **Canzanella**, Nicola, **Secchi**, Francesco, [2009], *Simulazioni urbane del progetto Porta Nuova: confronto fra tecniche*, relatore prof. *Fausto Curti*, correlatore arch. *Barbara E.A. Piga*

sperimentata nel laboratorio. L'approccio sfrutta una tecnologia sviluppata in ambito informatico per i videogiochi. Con questi strumenti è possibile navigare in modo completamente interattivo negli ambienti urbani. È possibile scegliere il punto di vista, la velocità di percorrenza, ma è anche possibile impostare le varianti climatiche e il periodo dell'anno e della giornata in cui si vuole sperimentare l'esperienza urbana simulata. La resa e le modalità d'interazione rendono questa tipologia di simulazione estremamente verosimile. Se controllati con strumenti che garantiscono una visualizzazione stereoscopica e immersiva. Questi strumenti divengono efficaci applicazioni di *Virtual Reality* che garantiscono una percezione di completa immersione dell'osservatore nell'ambiente urbano simulato; questo aspetto è ancora più accentuato se è data la possibilità di muoversi nell'ambiente simulato con controlli guidati dai reali movimenti fisici dell'utente (*v.cap.3.3*). Un importante vantaggio delle soluzioni digitali è quella di poter essere facilmente distribuite attraverso Internet per raggiungere un ampio numero di utenti.



135. Microtelecamera movimentata manualmente con la *microcar* del *Laboratorio di Simulazione Urbana* nella maquette in scala 1:500 dell'area Garibaldi-Repubblica
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*); 2008]

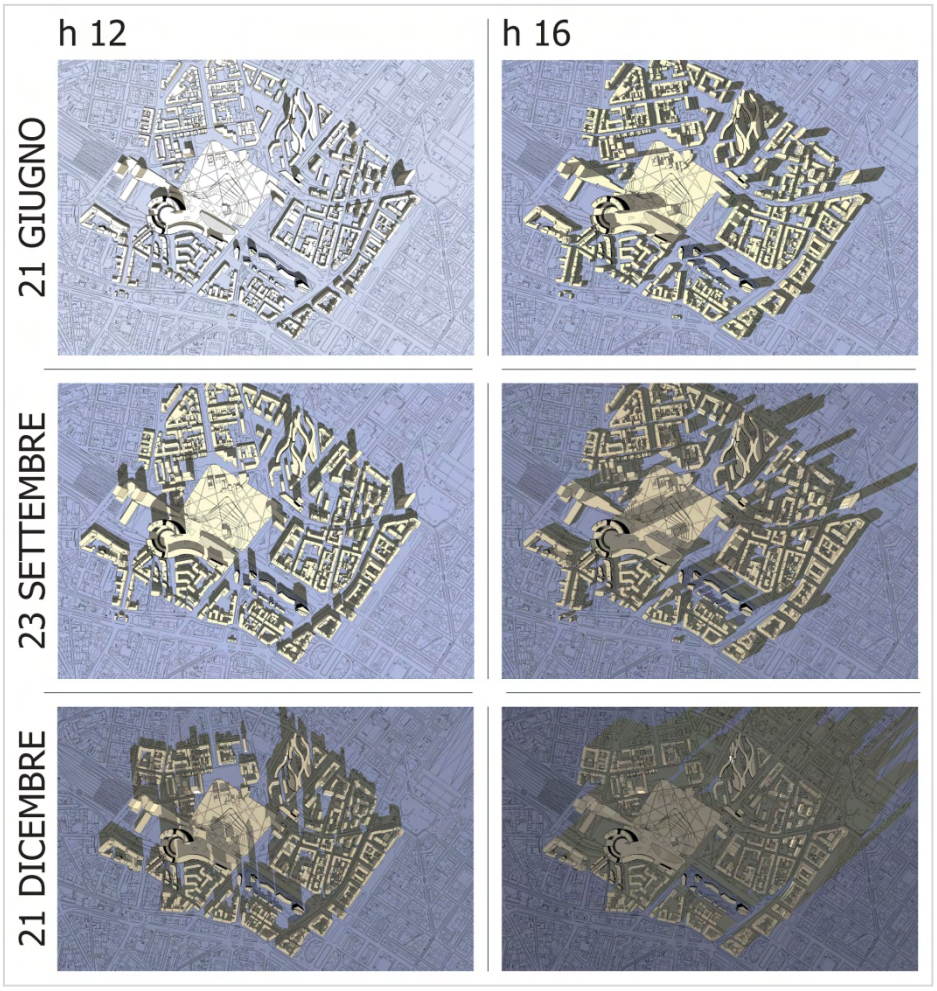
Grazie ad un'altra ricerca di tesi specialistica, condotta da *Valerio Signorelli*, sviluppata a seguito del tirocinio e di una collaborazione col laboratorio, è stato invece possibile testare gli strumenti a nostra disposizione per uno studio relativo alla condizione microclimatica dell'area dopo la realizzazione degli interventi. Questa tipologia di analisi è determinante per l'individuazione delle condizioni di *comfort* attese per gli spazi pubblici, condizioni che ovviamente influiranno sulle effettive modalità di utilizzo degli ambienti urbani. La parte sperimentale della ricerca si è avvalsa di tecniche e strumenti tradizionali per la misurazione delle condizioni d'insieme, ma rispetto ad alcuni esiti ottenuti sono state testate alcune tecniche di visualizzazione che consentissero di tradurre puntualmente alcune condizioni. Questo passaggio è molto utile, perché consente di tradurre alcuni aspetti quantitativi emersi dalle analisi tradizionali in aspetti qualitativi legati alla percezione degli ambienti urbani. Di particolare interesse in questo senso è lo studio e la resa delle ombre generate dal progetto sullo spazio pubblico e sugli edifici confinanti nelle varie ore del giorno e stagioni dell'anno (*fig.136*) Questo studio ha permesso di mettere in evidenza e di rendere immediatamente comunicabili alcune condizioni generate dai progetti che inducono qualche perplessità, così come ha dato ragione di alcuni validi aspetti compositivi del progetto. Le analisi d'insieme hanno permesso di individuare alcune aree critiche e rispetto a queste sono state restituite delle viste in soggettiva che consentono una lettura intuitiva degli esiti. Da quest'analisi si evince infatti come l'organizzazione volumetrica del progetto per l'area delle ex-Varesine abbia tenuto in considerazione l'ombreggiamento indotto sugli edifici con affaccio su via della Liberazione. Nonostante le grosse volumetrie in gioco la conformazione del progetto induce un effetto trascurabile sui volumi che lo fronteggiano; si nota inoltre un'attenzione particolare in questo senso rispetto agli edifici a destinazione residenziale. Di contro dalla tessa tipologia di analisi è stato possibile evincere come la piazza pubblica di progetto, interna alla 'Città della Moda', non goda di favorevoli condizioni di soleggiamento, così come parte degli edifici residenziali di via Confalonieri,

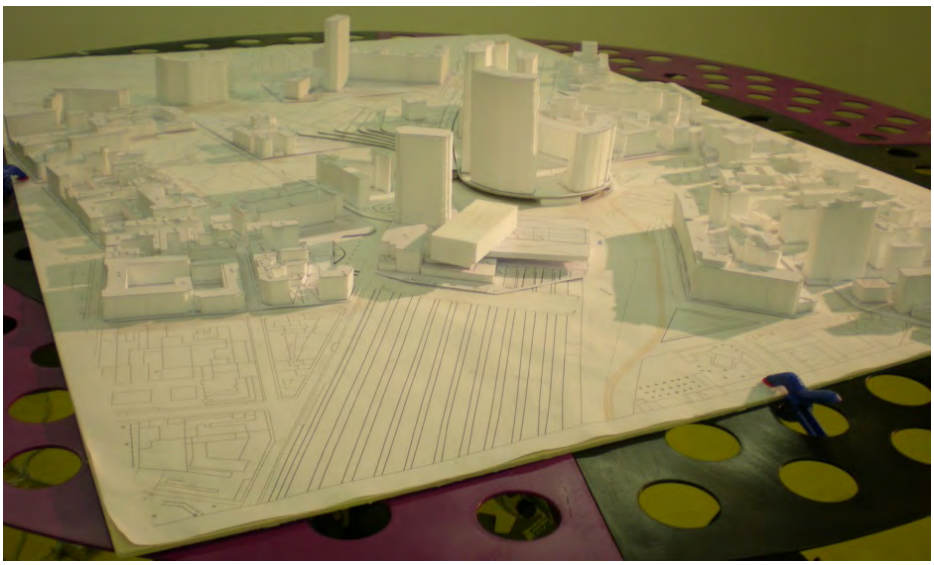
appena a nord del progetto Isola-Lunetta, verranno da questo punto di vista fortemente compromessi dalla realizzazione dell'intervento.

Questa tesi è stata anche l'occasione per confrontare e verificare l'attendibilità delle strumentazioni digitali rispetto a quelle analogiche. La comparazione è stata realizzata a partire da analisi identiche realizzate tra software di modellazione digitale tridimensionale e l'*Heliodon*[86] (*v.cap.3.4.2*). Gli esiti confermano l'efficacia analitica degli strumenti, sia nel rendere le condizioni d'insieme (dall'alto) che quelle percettive (viste in soggettiva).

È stato inoltre avviato un primo esperimento atto a verificare le turbolenze generate dal progetto rispetto agli spazi pubblici. Al momento lo studio è stato svolto sperimentalmente in modo analogico inserendo la maquette nella galleria del vento presso la Facoltà di Ingegneria del *Politecnico di Milano* del polo di Bovisa (*fig.137*). Per visualizzare gli esiti è stato necessario applicare dei sottili fili alla maquette, ma è in programma di testare anche altre soluzioni per visualizzare gli esiti.

86. Questa strumentazione è del Dipartimento Best del Politecnico di Milano. Questa tesi è stata quindi anche occasione di un rafforzamento di una collaborazione interdipartimentale avviata in precedenza





136. Area Garibaldi-Repubblica: modello dell'area con inserimento del progetto e simulazione delle ombre. In alto: simulazione digitale; in basso: simulazione analogica (maquette e Heliodon) [Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*)]

137. Prime sperimentazioni sviluppate dal *Laboratorio di Simulazione Urbana* presso la Facoltà di Ingegneria del *Politecnico di Milano* per la verifica delle turbolenze indotte dal progetto nell'area Garibaldi-Repubblica
[Fonte: *Laboratorio di Simulazione Urbana* (*Politecnico di Milano*): foto di *Barbara E.A. Piga*]

Nonostante Milano presenti una ventosità scarsa questo tipo di analisi può essere estremamente importante per comuni che risentono di questo problema. Il laboratorio ha affrontato solo recentemente queste sperimentazioni e l'approccio, così come quello legato alla simulazione sonora, è ancora in una prima fase di studio e necessita di maggiori sviluppi che permettano di apprezzarne gli esiti applicativi in ambito urbanistico. Lo studio di entrambi i temi è complesso,perché il numero di variabili che entrano in gioco alla scala urbana e micro urbana è elevato; questo è uno dei motivi per cui questi temi sono stati finora solo scarsamente affrontati anche in ambito internazionale.

Le analisi svolte rispetto al caso hanno complessivamente messo in luce il «discutibile esito morfologico» e «l'indifferenza dei progetti all'ambiente urbano circostante›› nonché alla città nel suo insieme [Arcidiacono et al. 2007, p.43-44]. Questi aspetti vengono evidenziati in particolar modo dagli studi sullo *skyline* urbano che mettono in luce la mancanza di una visione progettuale unitaria dove «the integration of new and old was not the intention among those who promoted large scale mixed use project at the Garibaldi-Repubblica site in Milan›› [Bosselmann 2007, p.9]. L'aver modellato un'area di 1 km² ha consentito di soppesare le dimensioni dell'intervento rispetto al contesto esistente e di evidenziarne le proporzioni relative; si è così evidenziato, ad esempio, come il solo edificio della nuova Regione corrisponda a tre interi isolati del suo intorno o come la natura della trasformazione nel suo insieme dialoghi poco con i caratteri storici dell'area [Bosselmann 2007, p.13-14]. La trasformazione è caratterizzata da una dislocazione non uniforme di volumi alti, ma il reale impatto di queste strutture sulla città esistente non è di immediata comprensione e la simulazione può evidenziare come la percezione di questi elementi influirà sull'esperienza urbana.

Il fatto che tutte le analisi sul caso studio abbiano visto il coinvolgimento diretto degli studenti in fase di elaborazione ha consentito di impostare un percorso formativo che mira a insegnare alcune tecniche, ma anche a rendere evidenti alcune complesse relazioni che legano gli elementi urbani, a mostrare alcune tematiche che è spesso bene tenere in considerazione, collaborando

a sviluppare quell'attitudine critica e quelle capacità analitiche necessarie sia in fase di progettazione che di valutazione, grazie ad un *setting* che consente di apprendere attraverso il fare.

Bibliografia

È stato scelto di organizzare la bibliografia in ordine cronologico per permettere di evidenziare la correlazione tra i testi che affrontano i temi della simulazione e lo sviluppo dei laboratori in ambito accademico. Come si può notare gli studiosi americani, e in particolare quelli della *University of California* (*Berkeley)*, sono gli autori di riferimento nel primo decennio, a cavallo tra gli anni sessanta e gli anni settanta, dove la ricerca è stata sostenuta dal governo fin dalle origini del primo laboratorio americano. Agli autori americani si uniscono in un primo tempo autori europei, ma si può poi notare un superarmento di questi confini per un'apertura di livello mondiale, che mostra un interesse crescente verso le tematiche della simulazione in ambito urbanistico/architettonico.

Arnheim, Rudolf, [1954 (1° ed. statunitense); 1962 (1° ed. italiana); 1994 (11° edizione italiana)], *Arte e percezione visiva* [*Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative EYE*], Giangiacomo Feltrinelli Editore, Milano 1950/1960

Gombrich, Ernst H., [1959 (1° ed. statunitense); 1965 (1° ed. italiana); 2003 (ristampa)], *Arte e illusione* [*A study in the psychology of pictorial representation*], Mondadori Electa Spa, Milano

Lynch, Kevin, [1960 (1° ed. statunitense); 1964 (1° ed. italiana); 2006 (11° edizione italiana)], *L'immagine della città* [*The Image of the City*], Marsilio, Padova

Appleyard, Donald, **Lynch,** Kevin, **Myer**, John R., [1964], *The View from the Road*, Cambridge (Mass.)

Langford, Michael J., [1965], *Trattato di fotografia moderna*, Il Castello, Milano

McLuhan, Marshall, **Fiore**, Quentin, **Agel**, Jerome, [1967], *The Medium is the Message: an invenctory of effects*, Bantam Books, New York

Mellander, Karl, [1971], "Environmental Planning: Can Scale Model Help?", *IURD (Institute of Urban and Regional Development)*, No.125 1970

Appleyard, Donald, **Craik**, Kenneth H. , **Klapp**, Merrie, **Kreimer**, Alcira, [1973] , "The Berkeley Environmental Simulation Laboratory: its use in environmental impact assessment" , *IURD (Institute of Urban and Regional Development)* , No. 206 (Working Paper), pp.1-21

Craik, Kenneth H., **McKechnie**, G.E., [1975], "Environmental simulation appraisal project: Preliminary report", Institute of Personality Assessment and Research, Berkeley (CA)

Appleyard, Donald, [1976], "Understanding Professional Media. Issues, Theory, and a Research Agenda", *IURD (Institute of Urban and Regional Development),* Vol.2, No.150,(Reprint Title), pp.43-88

Craik, Kenneth H., **Zube**, Ervin H., [1976], *Perceiving environmental quality: research and applications*, Plenum Press, New York

Mckechnie, George E., [1976], "Simulation Techniques in Environmental Psychology" in *Perspectives on environmental and Behavior: Theory, Research and Application*, ed. Daniel Stokols, New York, *Plenum*, pp.169-189

Appleyard, Donald, **Craik**, Kenneth H., [1978], "The Berkeley Environmental Simulation Laboratory and its research programme", *International Review of Applied Psychology*, No.27, pp.53-55

1980 **Thiel**, Philip, [1981], Visual Awareness and Design: an Introductory Program in Perceptual Sensitivity, Conceptual Awareness, University of Washington Press

Bosselmann, Peter, [1984], "Environmental Simulation", *Berkeley Planning Journal (University of California at Berkeley)*, Vol.1, No.2

Hunt, M. E. , [1984], "Environmental knowing without being there", *Environment and Behavior*, No.16, pp.307-334

Bosselmann, Peter, [1985], **Craik**, Kenneth H., "Perceptual Simulations of Environments", *IURD (Institute of Urban and Regional Development)*, No.444

Bosselmann, Peter, [1987], "Times square", *Places*, Vol.4, No.2, pp.55-63

Burden, Ernest, [1988], Design simulation: use of photographic and electronic media in design and presentation, Mitchell, London

Craik, Kenneth H., [1988], "The comprehension of the everyday physical environment", *Journal of the American Institue of Planners*, Vol.34

Orland, B., [1988], "Video imaging: A powerful tool for visualization and analysis", *Landscape Architecture*, Vol.78, No.4, pp.78-88

Laseau, Paul, [1989], *Graphic Thinking for Architects and designers*, second edition, Van Nostrand Reinhold, New York, London, Melbourne, Scarborough

Sheppard, Stephen R.J., [1989], Visual simulation: A user's guide for architects, engineers and planners, Van Nostrand Reinhold, New York

Bosselmann, Peter, [1990 January], "Dynamic Simulation of Urban Environments: Twenty Years of Environmental Simulation at Berkeley", *IURD (Institute of Urban and Regional Development),* No.509 1990

Lynch, Kevin, [1990] , Progettare la città : la qualità della forma urbana [Good city form], Etaslibri, Milano

Sanoff, Henry, [1991], *Visual research methods in design,* Van Nostrand Reinhold New York, London

Bateson, John E. G., **Hui**, Michael K., [1992], "The ecological validity of photographic slides and videotapes in simulating the service setting", *Journal of Consumer Research,* Vol.19, No.2, pp.271-281

Bosselmann, Peter, [1992], "Visual Simulation in Urban Design ", *IURD (Institute of Urban and Regional Development)* [in giapponese: Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo], No. 587 (Working Paper)

Hull, R. B., **Stewart**, W. P. , [1992], "Validity of photo-based scenic beauty judgments", *Journal of Environmental Psychology*, Vol.12, No.2, pp.101-114

Krueger, Myron W., [1992], *Realtà Artificiale [Artificial Reality II]*, Addison-Wesley Publishing Company, Milano

Langendorf, Richard, [1992], "The 1990s: information system and computer visualization for urban design, planning and management", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.19, pp.723-738

Moudon, Anne Vernez, [1992], "A Catholic Approach to Urban Design", *Journal of Planning Literature,* Vol.6, No.4, pp.331-349

Alavalkama, Ilkka, [1993], "Technical aspects of the urban simulator in TUT, Department of Architecture", *EAEA Lecture*

Bosselmann, Peter, **Gilson** , Kevin, [1993], "Visualizing Urban Form" , *proceedings of the 1° European Architectural Endoscopic Association Conference,* Tampere (Finlandia), pp.9-30

Glanville, Ranulph, [1993], "Looking into Endoscopy - The Limitations of Evaluation in Architectural Design", *proceedings of the 1° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Tampere (Finland), pp.185-193

Markelin, Antero, [1993], "Efficiency of Model Endoscopic Simulation. An Experimental Research at the University of Stuttgart", *proceedings of the 1° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Tampere (Finlandia), pp.31-34

Marans, Robert, **Stokols**, D., [1993], *Environmental Simulation. Research and Policy Issues*, Plenum Press, New York

Palmqvist, Henri, [1993], "The Environmental Simulator and Applications of the Episode Theory in Teaching Architecture", *proceedings of the 1° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Tampere (Finland), pp.67-73

Decker, J., [1994], "The validation of computer simulations for design guideline dispute resolution", *Environment and Behavior,* No.26

Stenros, Helmer, [1993], "The history of the laboratory for visual simulation and research work in Tampere", *proceedings of the 1° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Tampere (Finlandia)

Schön, Donald A., [1993], *Il professionista riflessivo. Per una nuova epistemologia della pratica professionale* [*The Reflective Practitioner, 1983*], edizioni Dedalo, Bari

Fareri, Paolo, [1994], *Urban Center: l'esperienza statunitense*, Camera di Commercio di Milano, Milano

Branzell , Arne, [1995], "Management of Sequential Space Experiences", *proceedings of the 2° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Wien (Austria)

Breen, Jack, [1995], "Dynamic Perspective: The Media Research Programme", *proceedings of the 2° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Wien (Austria)

Breen, Jack, **Stellingwerff**, Martijn, [1995], "Applications of Optical and Digital Endoscopy", *proceedings of the 2° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Wien (Austria)

Kardoš , Peter, [1995], "The Role of Spatial Experience Anticipation in Architectural Education and Urban Design", *proceedings of the 2° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Wien (Austria)

Keul , Alexander G., **Martens**, Bob, [1995], "Simulation - How Does it Shape the Message?", *proceedings of the 2° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Wien (Austria)

Kwartler, Michael, [1995], "Beyond the Adversial: Conflict Resolution, Simulation and Community Design ", *proceedings of the* 2° *European Architectural Endoscopic Association Conference*, Wien (Austria)

Friedman, Scott, **Jepson**, William H., **Liggett**, Robin S., [1995], "An Environment for Real-time Urban Simulation", *Symposium on Interactive 3D Graphics*, Monterey (CA), USA

Jepson, William H., **Liggett**, Robin S., [1995], "An integrated environment for urban simulation", *Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.*22, pp.291-302

Bosselmann, Peter, [1996], "Sulle simulazioni al calcolatore" [The Documentary Quality of Computer Simulations], *spazio e società*, No.75

Breen, Jack, [1996], "Learning from the (In)visible City", *proceedings of the* 14° *eCAADe Conference*, Lund (Sweden), pp.65-78

Bosselmann, Peter, [1998], *Representation of Places: Reality and Realism in City Design*, University of California Press, Berkeley, London

Ishikawa, T., **Okabe**, A., **Sadahiro**, Y., **Kakumoto**, S., [1998], "An experimental analysis of the perception of the area of an open space using 3-D stereo dynamic graphics", *Environment and Behavior,* Vol.30, No.2, pp.216-234

Nasar, Jack Leon, [1998], *The Evaluative Image of the City,* Thousand Oaks

Teyssot, Georges (a cuar di), [1998], Le città del mondo e il futuro delle metropoli - Esposizione Internazionale della XVII Triennale, Electa

Langendorf, Richard, [1999], "Visualizzazioni di Architettura e città", *Urbanistica*, No.113, pp.151-159

Negroponte, Nicholas, [1999], *Essere Digitali*, Sperling Paperback

2000 **Murray**, C. D., **Bowers**, J. M., **West**, A., **Pettifer**, S., **Gibson**, S., [2000], "Navigation, wayfinding, and place experience within a virtual city", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments,* Vol.9, No.5, pp.435-447

Pietsch, Susan M., [2000] "Computer visualisation in the design control of urban environments: a literature review", *Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.*27, pp.521-536

Avons, S. E. , **Bouwhuis**, D., **de Ridder**, H., **Freeman**, J., **Ijsselsteijn**, W. A. , [2001] "Effects of stereoscopic presentation, image motion, and screen size on subjective and objective corroborative measures of presence", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments,* Vol.10, No.3, pp.298-311

Breen, Jack, [2001], "A Room with a Different View. A design visualisation and presentation experiment involving the (inter)active use of physical models in an educational setting", *proceedings of the 5° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Essen (Germany), pp.140-159

Ben-Joseph, Eran , **Ishii**, Hiroshi, **Underkoffler**, John, **Piper**, Ben, **Yeung**, Luke, [2001], "Urban Simulation and the Luminous Planning Table: Bridging the Gap between the Digital and the Tangible", *Journal of Planning Education and Research,* No.21, pp.196-203

Gorczyca, Adam, **Wrona**, Stefan, [2001], "Evaluation in 3D endoscopic simulation – application in architectural studios", *proceedings of the 5° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Essen (Germany), p.11-23

Janzen, G., Schade, M., **Katz**, S., **Herrmann**, T., [2001], "Strategies for detour finding in a virtual maze: The role of the visual perspective", *Journal of Environmental Psychology*

Kardoš , Peter , [2001], "Perceptual Evaluation of the Spatial Manifestations of Urban Structures-Developments", *proceedings of the 5° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Essen (Germany), pp.194-205

Mahdjoubi, Lamine, **Wiltshire**, John, [2001], "Towards a framework for evaluation of computer visual simulations in environmental design", *Design Studies,* Vol.22, pp.193-209

Matalasov, M., **Zavrajine**, K., [2001], "Video-Computer Modelling of Perception in the Educational Architectural Designing", *proceedings of the 5° Euro-*

pean Architectural Endoscopic Association Conference, Essen (Germany), pp.180-193

Pflüger, Frank, [2001], "Computer-Aided Visualization Meaningful Support in the Context of Urban Design", *proceedings of the 5° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Essen (Germany), pp.108-120

Simpson, David M., [2001], "Virtual Reality and Urban Simulation in Planning: a Literature Review and Topical Bibliography", *Journal of Planning Literature*, Vol.15, No.3, pp.359-376

Stellingwerff, Martijn, [2001], "Architects' Visual Literacy", *proceedings of the 5° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Essen (Germany), pp.162-178

Boyd, Susan, **Chan**, Roy, [2002], *Placemaking: tools for community action*, Concern Inc.. Environmental Simulation Center, Denver Regional Office of the U.S. Department of Energy, U.S. Dep. of Housing and Urban Development

Gasparrini, Carlo, [2002], *Prime visioni: attraverso le scale dei piani e dei progetti*, ed. Clean, Napoli

Rohrmann, B., **Bishop**, I., [2002], "Subjective responses to computer simulations of urban environments", *Journal of Environmental Psychology*, No.22, pp.319-331

Bartík, Richard, [2003], "The Model of the Town Hradec Králové 2000", *proceedings of the 6° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Bratislava (Slovak Republic), pp.103-107

Schmidt, J. Alexander, [2003], "Appropriate 3d-Environmental Simulation Techniques. The Ruhrallee Tunnel Road Experience", *proceedings of the 6° European Architectural Endoscopic Association Conference, Bratislava (Slovak Republic)*, pp.36-42

Matalasov, Eugene, **Matalasov**, Michael, **Schloemer**, Natascha, **Schmidt**, Alexander, [2003], "The Lenidov Experiment: Virtual Collaboration in Video Computer Simulation", *EAEA (European Architectural Endoscopy Association) Conference (6th)*, Bratislava (Slovak), pp.108-112

Batty, Michael, [2004], "Editorial: Dissecting the streams of planning history: technology versus policy through models", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.31, pp.326-330

Matalasov, Eugene, **Matalasov**, Michael, **Schloemer**, Natascha, **Schmidt**, Alexander, [2004], "International Educational 'Virtual Collectives' and Potential Collaboration in Video Computer Simulation for Perception of Educational Urban Design and Architectural Projects", *Computer Graphics & Geometry*, Vol.6, No.1, pp.100-109

Bishop, Ian, **Lange**, Eckart, [2005], *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*, Taylor & Francis, New York

Bosselmann, Peter, [2005], "Autenticità, Simulazione e Ditritto a Costruire [Authenticity, Simulation and Entitlement]", *Urbanistica,* No.126

Mayer, Igor S., **van Bueren**, Ellen M., **Bots**, Pieter W.G., **van der Voort**, Haiko, [2005], "Collaborative decisionmaking for sustainable urban renewal projects: a simulation - gaming approach", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.32, pp.403-423

Shearer, Allan W., [2005] "Approaching scenario-based studies: three perceptions about the future and considerations for landscape planning", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.32, pp.67-87

Batty, Michael, [2006], "Editorial: Digital cornucopias: changing conceptions of the virtual city", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.33, pp.799 – 802

Crawford, Pat, [2006] "Commentary: Digital animation as a participatory tool for exploring community visions. Digital animation and community design visioning", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.33, pp.481-484

Jansen, George M., [2006] *Technical Review of Atlantic Yards Arena and Redevelopment Project Draft Environmental Impact Statement Kings County*, Environmental Simulation Center, New York

Pleizier, Irene, **Meijer**, Evert, [2006], "Presenting a Large Urban Area in a Virtual Maquette: An Integrated 3D Model with a 'Tangible User Interface'", in *Visual Information and Information Systems*, Springer Berlin, Heidelber, pp.247-258

Tan, Amy A.W., **de Vries**, Bauke, **Timmermans**, Harry J.P., [2006], "Using a stereo panoramic interactive navigation system to measure pedestrian activity scheduling behaviour: a test of validity", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.33, pp.541-557

Nagakura, Takehiko, **Oishi**, Jun, [2006], "Deskrama", *Siggraph conference,* Boston, Massachusetts

Schön, Donald A., [2006], *Formare il professionista riflessivo. Per una nuova prospetiva della formazione e dell'apprendimento nelle professioni* [*Educative the reflective practitioner. Toward a new design for teaching and learning in professions, 1987*], Franco Angeli, Milano

Bosselmann, *Peter,* [2007], "The nature of change", *Territorio*, No. 43

Curti, Fausto, **Diappi**, Lidia, **Salerno**, Rossella, [2007], "Il Laboratorio di Simulazione Urbana: uno strumento di sperimentazione didattica e di ricerca applicata", *Territorio*, No. 43

Arcidiacono, *Andrea,* ***Piga****, Barbara E.A.*, [2007], "Il caso di Garibaldi- Repubblica: simulazioni spaziali e valutazione dell'impatto cumulato dei progetti urbani" *Territorio*, No. 43

Kardoš, Peter, [2007], "Imagination – Simulation – Experimentation in Urban Design", *proceedings of the 8° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Moscow

Mácel, Otakar, **Meriggi**, Maurizio, **Schmidt**, Dietrich W., **Volcok**, Jurij P. (curatori), [2007], *Una Città Possibile. Architettura di Ivan Leonidov. 1962 – 1934*, catalogo dell'omonima mostra (1 giugno – 8 luglio 2007), Milano, Triennale Bovisa, Electa

Madrazo, Leandro, **Costa**, Gonçal [2007] "In-Space: Learning to Give Form to Space", *proceedings of the 8° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Moscow

Manson, Steven M., [2007], "Challenges in evaluating models of geographic complexity", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.34, pp.245-260

Matveyev, Sergey, [2007], "Interactive 3d-Presentations And Their Possibilities In Architectural Education And Real Designing (Digital Architecture Simulation)", *proceedings of the 8° European Architectural Endoscopic Association Conference*, Moscow

Sarradin, Francois, **Siret**, Daniel, **Couprie**, Michel, **Teller**, Jacques, [2007], "Comparing sky shape skeletons for the analysis of visual dynamics along routes", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.34, pp.840-857

Satoh, Shigeru, [2007], "Creating community through Machidukuri with the help of visual simulation", *Territorio*, No.43

Yang, Perry Pei-Ju, **Putra**, Simon Yunuar, **Li,** Wenjing, [2007], "Viewsphere: a GIS-based 3D visibility analysis for urban design evaluation", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.34, pp.971-992

Bosselmann, Peter, [2008], *Urban Transformation: Understanding City Design and Form*, Island Press, Washington

Franz, Gerald, **Wiener**, Jan M., [2008], "From space syntax to space semantics: a behaviorally and perceptually oriented methodology for the efficient description of the geometry and topology of environments", *Environment and Planning B: Planning and Design,* Vol.35, pp.574 – 592

Kwartler, Michael; **Longo**, Gianni, [2008], *Visioning and Visualization. People, Pixels, and Plans*, Lincoln Institute of Land and Policy, Cambridge (Massachusetts

Piga, Barbara E.A., [2008], "Attualità dei laboratori di simulazione urbana. La lezione dell'Environmental Simulation Laboratory di Berkeley a Times Square, New York", *Territorio*, No.45

Breen, Jack, **Borselen**, Bram van, [2009], "The Model as the Method. Precedent-based architectural design exploration and communication", *Design Communication Conference*, Atlanta (Georgia)

Fanelli, Giovanni, [2009], *Storia della fotografia di architettura*, GLF (Gius. Laterza & Figli), Roma-Bari

Kantz, Peter, [*non dichiarato*], *New Tools for Community Design and Decision Making: An Overview*, www.smarthgrowthtools.org/TCDDM/index.html

RINGRAZIAMENTI

Grazie a *Fausto Curti* che, oltre ad avermi seguito, spronato e stimolato nel percorso di tesi e di ricerca, mi ha anche permesso di partecipare attivamente al *Laboratorio di Simulazione Urbana* del *Politecnico di Milano*, lasciandomi libera di collaborare con iniziativa personale al lavoro. Grazie a *Peter Bosselmann* che in così poco tempo mi ha insegnato così tanto e a cui sarò perennemente grata. Grazie a *Valeria Erba* che è stata un punto di riferimento costante fin dalla mia laurea magistrale. Grazie agli amici e docenti *Andrea Arcidiacono* e *Laura Pogliani*, che mi hanno seguito in questi anni e mi hanno aiutato a crescere professionalmente, culturalmente e intellettualmente.

Grazie ai miei genitori, *Lalla* e *Michele*, che mi ha dato la possibilità, senza farmelo mai pesare, di andare avanti a studiare; grazie a loro e a *Giò* perché mi hanno supportato e sopportato lungo questi anni di studio e di approccio alla ricerca; e ancora grazie a mio padre e a Giò che lungo tutto il percorso di tesi mi hanno ripetutamente ascoltato aiutandomi a dare un ordine alle idee.

Grazie agli amici *Chiara*, *Laura*, *Francesco* e *Valerio* senza i quali non sarebbe stato possibile percorrere un'insostituibile esperienza sperimentale e grazie ai quali questa esperienza è diventata unica. Grazie a *Eugenio* che nel breve periodo di collaborazione diretta col laboratorio è diventato parte integrante del gruppo di ricerca ed ha portato nuovi e interessanti stimoli per sviluppi futuri. Grazie a tutti gli studenti che in questi due anni hanno partecipato con me alle attività del laboratorio e con i quali ho avuto un fruttuoso e costante scambio culturale.

Infine grazie a tutti gli amici che mi sono stati vicini e mi hanno fatto ridere nei momenti di difficoltà che hanno accompagnato questo percorso di ricerca.