

Colmare la distanza tra GIS e CAAD

I modelli tridimensionali virtuali delle città (3D City Model) stanno assumendo un'importanza sempre maggiore all'interno dei contesti di pianificazione urbana, del design architettonico, della gestione delle calamità e del catasto 3D e vengono impiegati all'interno di soluzioni GIS e degli ambiti propri dell'architettura, dell'ingegneria, e nella gestione di problematiche di AEC/FM. Nonostante il GIS ed il CAAD rappresentino domini applicativi diversi, entrambi potrebbero beneficiare dell'integrazione con i modelli rappresentativi appartenenti all'altra disciplina:

- * il GIS avrebbe accesso ad oggetti semanticamente ricchi tipici del CAAD, ottenendo la possibilità di "impiegarsi" all'interno della progettazione e della gestione del costruito, supportando così

una base di dati più stabile a beneficio del lavoro di progettazione;

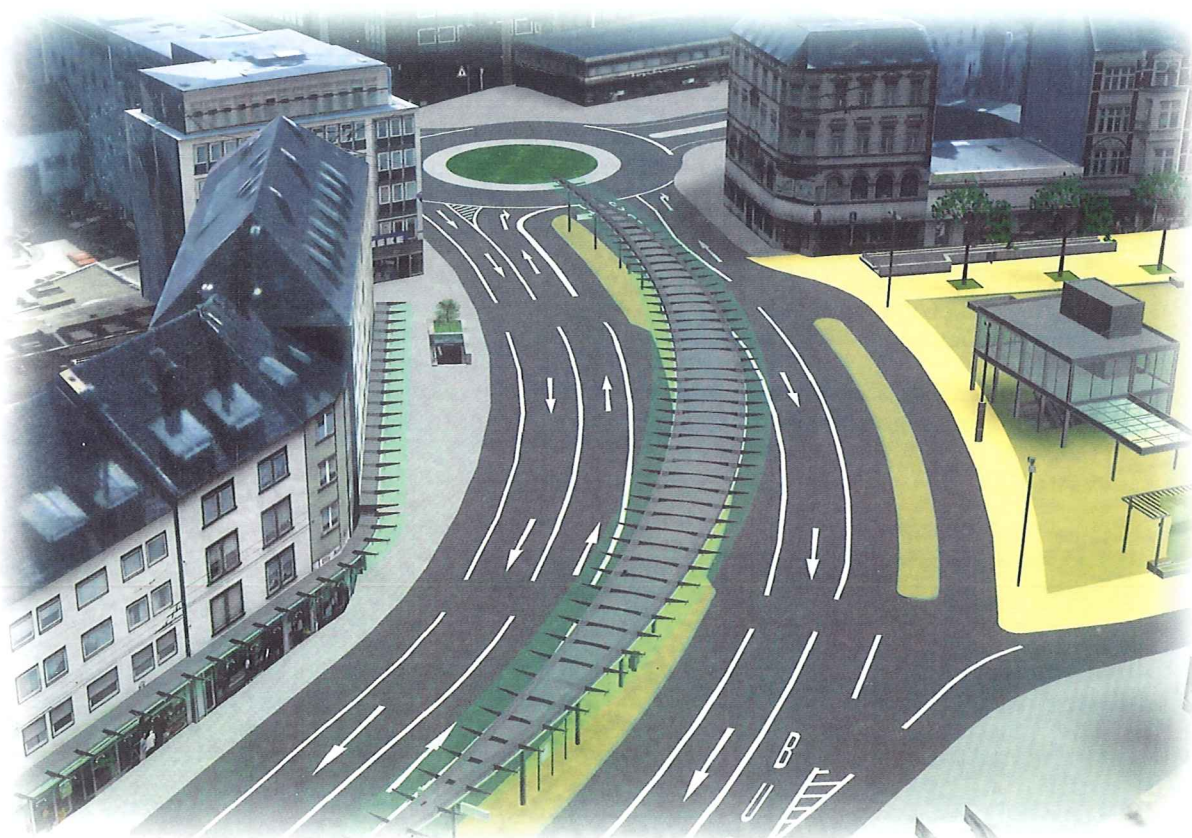
- * Il CAAD potrebbe sfruttare il contesto geo-spaziale offerto dalla grande quantità di oggetti geografici definiti nell'ambito applicativo dei GIS.

In passato, la tanto agognata integrazione tra i due sistemi per ciò che riguarda la rappresentazione dei modelli tridimensionali urbani non è stata quasi mai raggiunta né in ambito GIS né in ambito CAAD, ma ora, rispettivamente, si stanno compiendo dei concreti passi in avanti: nell'ambito delle applicazioni GIS il principale sviluppo interno apportato riguarda la possibile integrazione e pieno supporto delle coordinate 3D e delle primitive geometriche tridimensionali; nell'ambito dei sistemi CAAD si è invece cominciato ad in-

GIS e Computer CAAD (Computer Aided Architectural Design) sono impiegati in maniera diversa nel campo della modellazione 3D e seguono paradigmi differenti per la generazione e gestione dei cosiddetti 3D City Model. Ma le nuove applicazioni, insieme ad una domanda crescente di qualità, richiedono una sempre più accentuata integrazione tra i modelli rappresentativi propri delle due tecniche. Nonostante negli ultimi tempi le funzionalità dei sistemi GIS 3D e CAAD abbiano iniziato una lenta convergenza, le importanti differenze che caratterizzano i due approcci nella modellazione rendono difficile il raggiungimento di una piena interoperabilità. Nell'articolo che segue vengono trattate in maniera dettagliata le differenze che caratterizzano i domini applicativi della rappresentazione geometrica, dei riferimenti geospaziali, della rappresentazione multipla, degli standard internazionali e della modellazione semantica, aprendo così ai nuovi scenari dell'integrazione dei modelli rappresentativi e informativi tipici dei domini applicativi del CAAD e del GIS e quindi delle problematiche legate alla progettazione dei Geo-Database spaziali.

corporare all'interno del sistema le funzionalità proprie dei GIS, come il supporto ai sistemi di riferimento su coordinate geodetiche e la possibilità di creare e consultare i database geospaziali.

Fig.1 – Integrazione 3D tra CAAD e GIS in modello urbano 3D, dove il modello architettonico permette il dettaglio informativo in ambito progettuale e di pianificazione urbana, mentre il modello GIS rappresenta il contesto reale del costruito all'interno del quale si inserisce la progettazione ex-novo. L'immagine è quella della città di Soligen relativa al progetto di ricostruzione della piazza Graf-Wilhelm, realizzata dal gruppo Quick/Beckmann/Quick/ Architects di Berlino.



Dal rilievo alla modellazione

L'integrazione tra CAAD e GIS, pur migliorando le funzionalità nell'ambito delle applicazioni per la pianificazione urbana, non cancella, le differenze concettuali che separano questi due mondi applicativi. La principale differenza tra i due ambiti applicativi risiede in un diverso paradigma della modellazione 3D, legato in linea di massima al diverso modo in cui i modelli 3D sono acquisiti.

In ambito GIS infatti gli oggetti tridimensionali vengono acquisiti in maniera diretta attraverso il rilievo territoriale mediante immagini aeree, o utilizzando sistemi di laser scanners, o mediante rilievo topografico; insomma mediante l'osservazione diretta degli oggetti territoriali di interesse. Nelle successive elaborazioni viene quindi impiegato un principio di "modellazione accumulativa" che permette una facile descrizione degli oggetti e dei parametri caratteristici osservati.

All'opposto, in un contesto CAAD si segue un approccio di "modellazione generativa", ovvero generando modelli la cui risultante è la conseguenza di un processo di costruzione e di focalizzazione su artefatti creati dall'uomo e non su aspetti della rappresentazione meramente topografica degli oggetti territoriali e urbani.

La rappresentazione geometrica

Di tutti i diversi principi geometrici tridimensionali, la Rappresentazione per Confini (*Boundary Representation – B-Rep*) e la Geometria Solida Costruttiva (*Constructive Solid Geometry – CSG*) sono di fondamentale importanza per la modellazione territoriale e urbana 3D.

Il modello B-Rep trova fondamento nell'unione di tutte le facce che ricoprono esternamente il volume di un oggetto. Dal momento che le superfici in questione sono esplicite, le texture possono essere "spalmate" direttamente su di esse; i poligoni tridimensionali possono essere efficacemente renderizzati utilizzando schede grafiche 3D con memoria dedicata al trattamento delle tre dimensioni. La modellazione che passa per il principio B-Rep è specificatamente adatta per la rappresentazione delle geometrie di oggetti 3D precedentemente misurati, potendo quindi descrivere anche poliedri complessi partendo da un solo oggetto geometrico.

Nei modelli che usano la modellazione CSG, la geometria degli oggetti è composta da primitive parametriche e volumetriche che

Tabella delle abbreviazioni

AEC/FM	Architecture, Engineering, Construction, and Facility Management
B-Rep	Boundary Representation
CAAD	Computer Aided Architectural Design
CRS	Coordinate Reference System
CSG	Constructive Solid Geometry
GML	Geography Markup Language
IAI	International Alliance for Interoperability
IFC	Industry Foundation Class
ISO	International Organisation for Standardisation
LoD	Level of Detail
OGC	Open GIS Consortium
XML	Extensible Markup Language

vengono combinate tramite le operazioni fondamentali di unione, intersezione e differenza. Seguendo il paradigma di modellazione generativo, il principio CSG è particolarmente adatto per le applicazioni nel campo della progettazione architettonica.

Centrando lo sguardo sull'insieme costitutivo dei sistemi CAAD ci si accorge che essi utilizzano proprio modellatori ibridi che supportano entrambi i principi sopra esposti. Sorgono quindi una serie di problemi legati a questo tipo di sistemi, ovvero:

- * essi non sono predisposti per gestire una così ampia serie di oggetti come quella presente in un modello urbano;
- * offrono limitate funzionalità GIS.

Allo stesso tempo, il GIS 3D è limitato dal fatto che viene realizzato solamente all'interno del principio B-Rep; ciò rende arduo comprendere modelli AEC/FM in modo che i loro strumenti di modellazione generativa vengano sfruttati al meglio.

I riferimenti geo-spaziali

Quando si ha a che fare con l'informazione geografica, un esatto riferimento spa-

ziale è di fondamentale importanza. Ecco perché i Sistemi Informativi Geografici offrono di solito un grande supporto ai vari Sistemi di Riferimento per Coordinate Geodetiche (*Geodetic Coordinate Reference Systems – CRS*). Oltre alle coordinate geografiche e al sistema di proiezione, alcuni sistemi GIS permettono l'impiego di diversi sistemi CRS tanto per la planimetria, tanto per l'altimetria. Inoltre l'uso di procedure di trasformazione di coordinate all'interno degli stessi GIS, in genere in tempo reale, rendono possibile la combinazione di oggetti geografici definiti per differenti CRS.

Finora la geo-referenziazione ha giocato un ruolo marginale all'interno dei sistemi CAAD; i modelli architettonici, infatti, utilizzano principalmente un unico sistema di coordinate cartesiane. Durante la definizione dei modelli 3D, gli oggetti tridimensionali vengono spesso trattati mediante coordinate di modellazione locali senza fare riferimento ad alcun CRS. La geo-referenziazione si applica (spesso manualmente) tramite l'esplicita applicazione di una trasformazione affine che trasforma, scala e ruota tutti gli oggetti proiettandoli all'interno di una griglia di co-

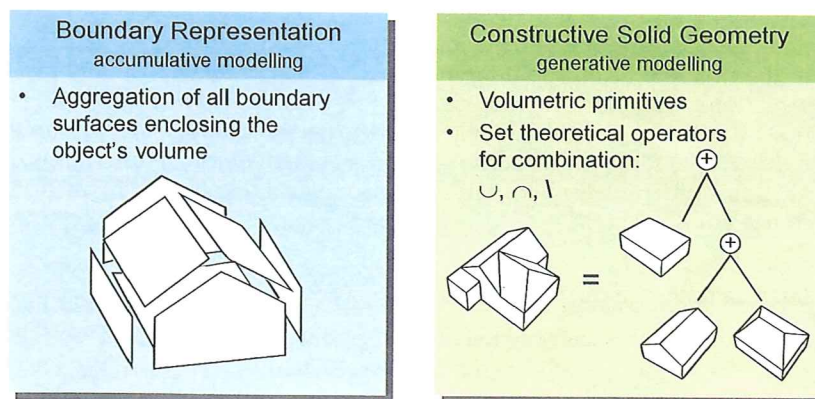


Fig. 2 – I domini applicativi del 3D GIS e dell'AEC/FM usano due diversi modelli rappresentativi, dove i modelli architettonici impiegano le primitive grafiche focalizzate sugli aspetti volumetrici, mentre i modelli GIS si alimentano attraverso la rappresentazione delle superfici volumetriche reali e rilevate.

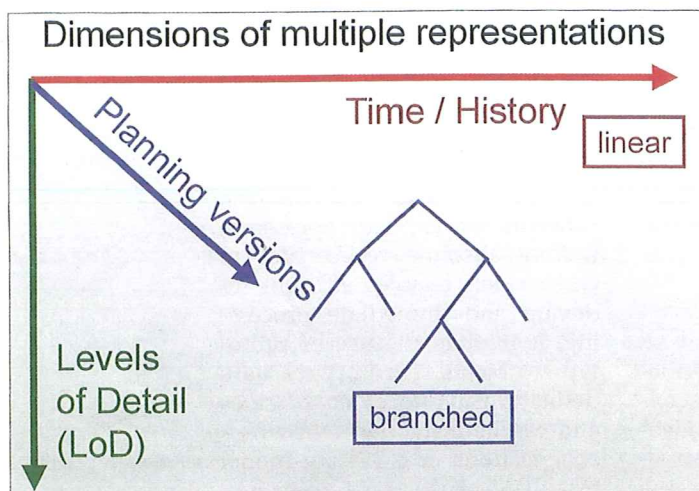


Fig. 3 – Nei 3D City Model ogni oggetto può avere diversi livelli rappresentativi, in funzione della variabile tempo, versione di progetto e livello di dettaglio.

ordinate terrestri. Se da un lato la rappresentazione esplicita di coordinate assolute nei modelli GIS permette una immediata indicizzazione ed una efficiente processabilità, dall'altro non permette l'utilizzo di oggetti prototipo. Essi sono definiti usando coordinate locali e possono essere bloccati in diverse posizioni all'interno di un modello urbano 3D mediante una semplice trasformazione. Inoltre, i classici modelli GIS rendono necessaria l'esplicita rappresentazione degli arredi urbani come illuminazione stradale, semafori, alberi e altri oggetti caratteristici della topologia territoriale e urbana.

Le rappresentazioni multiple

I 3D City Model vengono spesso classificati a seconda della risoluzione geo-spaziale e informativa e del livello di generalizzazione. In molti modelli esistenti sussistono tre differenti Livelli di Dettaglio (*Level of Detail – LoD*):

- 1° Livello: comprende oggetti architettonici semplici con la copertura dei fabbricati;
- 2° Livello: comprende modelli degli edifici mostrando le strutture dei tetti e le textures delle facciate;
- 3° Livello: comprende modelli ad elevato livello di dettaglio che presentano caratteristiche secondarie come camini, scale e balconi.

Dal momento che i dati relativi ad ogni livello di dettaglio si ottengono mediante specifici metodi d'acquisizione, i singoli oggetti potrebbero avere rappresentazioni multiple simultaneamente valide. La continuità rappresentativa dei modelli urbani implica inoltre una seconda dimensione di rappresentazione: gli oggetti geografici cambiano nel tempo e quindi vengono rappresentati diversamente a seconda dei momenti. Questo aspetto risul-

ta di particolare importanza se considerato all'interno del contesto del catasto 3D, dove la storia completa degli oggetti geo-spaziali deve essere mantenuta. Inoltre dobbiamo considerare che determinati oggetti possono presentarsi in maniera diversa a seconda dei diversi livelli di progettazione. Insomma, considerando le tre variabili di rappresentazione (livello di dettaglio, tempo e versione del progetto) sembra evidente la presenza di un problema di rappresentazione multipla. In questo momento, nessun sistema CAAD o GIS dispone di meccanismi specifici per ovviare alla problematica in questione.

Gli standards internazionali

Dal punto di vista dell'interoperabilità per i modelli urbani 3D la cosa positiva è che esistono diversi livelli di standardizzazione a livello internazionale di tipo aperto, sicuramente meno rigidi di quelli in ambito ISO. Gli aspetti negativi sono invece legati al fatto che tali standards sono stati sviluppati all'interno di contesti operativi e organizzazioni diversi, che hanno poi affiancato il loro lavoro con quello delle diverse commissioni tecniche ISO.

Nel contesto AEC/FM, la *International Alliance for Interoperability (IAI)* ha sviluppato le *Industry Foundation Classes (IFC, ISO/PAS 16739)*. Le IFC definiscono la produzione di un unico modello che comprende sia le proprietà geometriche che quelle semantiche degli oggetti architettonici e delle loro diverse componenti. Ad esempio, le IFC contengono i riferimenti per la rappresentazione di edifici (piani in sezione, muri, tetti, stanze, scale e così via). Con il *Geography Markup Language 3 (GML3)*, l'*Open GIS Consortium (OGC)* ha lanciato uno standard basato su XML per la rappresentazione 0-4D di oggetti geospaziali. Il GML 3 è basato su differenti

standards ISO 191xx, e rappresenta un "meta formato", nel senso che può essere agganciato a diversi contesti applicativi.

Nel febbraio del 2003 l'OGC e la IAI hanno annunciato ufficialmente la loro futura cooperazione, che vede al primo posto lo studio delle problematiche legate alla conversione tra i diversi modelli e formati in uso. Sarà comunque un lavoro arduo dal momento che le IFC supportano sia la geometria CSG che B-Rep, mentre il GML 3 è limitato al solo impiego della B-Rep. Allo stesso tempo, però, le IFC offrono solo un magro supporto della rappresentazione CRS.

La modellazione semantica

L'aspetto della modellazione, che è progressivamente enormemente negli ultimi anni, ha a che fare con la esplicita rappresentazione della semantica degli oggetti. Con le definizioni IFC e GML 3, sia i domini applicativi del GIS che quelli dell'AEC/FM sono in grado di offrire modelli dati e formati in grado di rappresentare le geometrie degli oggetti, ma anche la loro tipologia, la loro struttura, così come le funzioni e le relazioni con gli altri oggetti.

Per la definizione di un modello semantico è necessario però sviluppare per prima cosa una ontologia specifica e legata al contesto operativo. L'ontologia definisce tutti i termini e i significati dei diversi oggetti, mettendoli in relazione con i diversi contesti applicativi. Se uno studio ontologico, interno, è già stato sviluppato per il contesto AEC/FM dalla IAI, nessun approfondimento del genere è stato ancora predisposto per la modellazione urbana e territoriale 3D nel contesto dei GIS.

L'iniziativa della *Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia (GDI NRW)* prevede la definizione di un modello urbano tridimensionale unificato per il GIS. Più di cinquanta diverse soggetti, divisi tra mondo industriale, accademico, amministrativo, municipale e catastale, stanno partecipando allo sviluppo del progetto. Il modello comprende diversi concetti in funzione dei diversi tipi di oggetti reali presenti nei modelli urbani, come palazzi, strade, corsi d'acqua, vegetazione ecc. Il modello è basato su standards ISO della famiglia 191xx, e in una prossima sessione di test sarà estrapolato da esso uno schema applicativo GML 3.

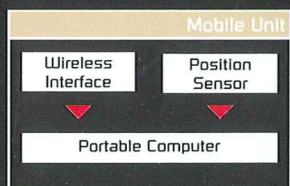
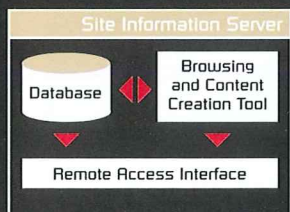
Colmare le distanze

I modelli urbani e territoriali 3D nei contesti applicativi GIS ed AEC/FM differiscono sotto diversi aspetti. Sulla base di ciò non ci si può aspettare che gli ambiti applicativi GIS e

L'R&D in Italia per la Realtà Virtuale Aumentata



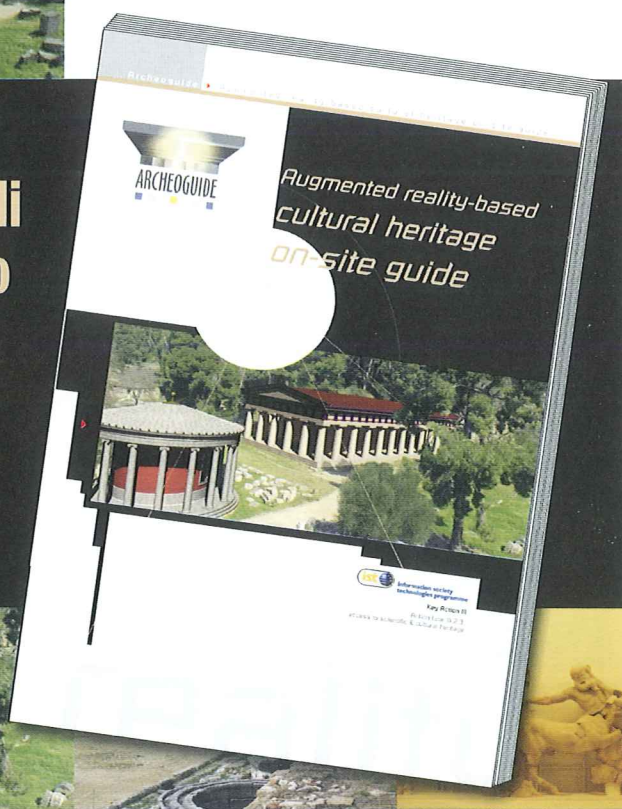
- ✓ **Augmented Reality**
- ✓ **Beni Culturali e Turismo**
- ✓ **Beni Territoriali, Urbanistici e Paesistici**
- ✓ **Applicazioni Industriali**



Superimposed Image

**Richiedi
il volume divulgativo
a soli 35 Euro
(spese di spedizione Comprese)**

Info: **Geo4all**
Via C.B. Piazza, 24 - 00161 Roma
Tel. +39 06 44291362 - Fax +39 06 44244965



Via Vito Giuseppe Galati, 91
00155 Roma - Tel. + 39 06 406.5839
www.aec2000.it

www.archeoguide.it

CAAD risolvano questo problema in breve tempo. Ed ecco che la modellazione semantica si pone come soluzione chiave dell'intricata questione dell'integrazione degli oggetti geografici all'interno dei due domini. La mappatura delle due diverse ontologie permette infine l'interpretazione e l'interscambio diretto degli oggetti tra i due domini applicativi (GIS e CAAD). La ricerca futura dovrà quindi prendersi la briga di assicurare la consistenza all'interno dei modelli coesistenti, ed il risultato di lungo termine dovrà essere quello di definire una ontologia comune da applicare ai modelli territoriali ed urbani 3D con profili specifici per le applicazioni in ambito GIS e AEC/FM, mentre un più ampio dibattito e condivisione dei saperi tra le due diverse comunità GIS e CAAD non potrà altro che semplificare il grande lavoro che bisognerà affrontare.

Traduzione a cura della redazione

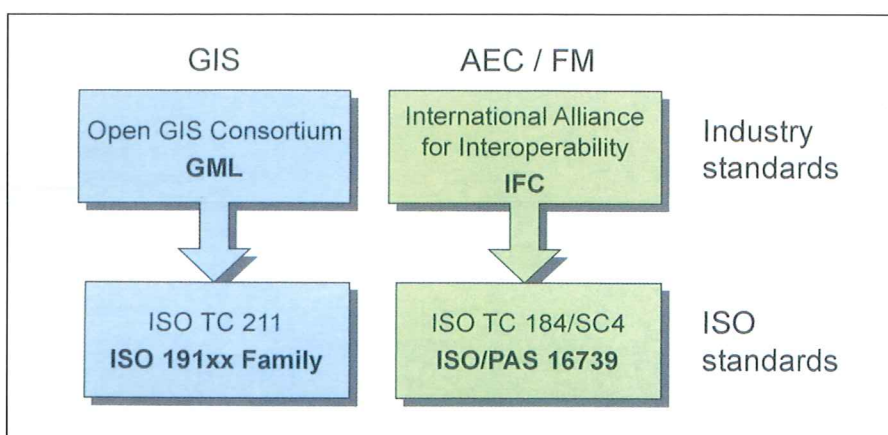


Fig. 4 – I domini applicativi del GIS e del CAAD sono legati alle specifiche standardizzazioni dei rispettivi ambiti industriali dei gruppi ISO. A partire dal 2003 l'Open GIS Consortium (OGC) e la International Alliance for Interoperability (IAI) hanno iniziato a cooperare per l'integrazione dei due diversi modelli rappresentativi.

Riferimenti

www.ikg.uni-bonn.de/sig3d/ - (Sito internet dell'iniziativa SIG 3D del Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia)

Originale: Bridging the gap between GIS and CAAD – geometry, referencing, representation, standards and semantic modeling, di Thomas H. Kolbe e Lutz Plümer su GIM International 7/04 Vol. 18.



Alcune immagini 3D della cartografia di Roma realizzata da Cartesia S.p.a (www.cartesiaspa.it). Il processo cartografico tradizionale unisce l'esigenza della rappresentazione canonica con quella orientata alla modellazione geospaziale dei dati urbani. Il progetto Cartesia ben si sposa con l'esigenza dei 3D City Model alla base delle piazze virtuali e del marketing territoriale.

digitecno Servizi, Consulenza, Formazione

- ❑ Software per Sistemi Informativi Territoriali applicazioni WEB-GIS
- ❑ SIT per amministrazioni locali (catasto, tributi, tomonomastica, urbanistica)
- ❑ Acquisizione e creazione banche dati territoriali
- ❑ Modellazione e monitoraggio ambientale

visita il portale
www.areagis.it

le soluzioni **autodesk** per creare e condividere i dati GIS

Autodesk Map 2005 3D - Autodesk Raster Design - Autodesk Map Guide 6.5

digitecno Via Acquaviva, 52 - 64100 - TERAMO Tel. 0861/211705 internet: www.digitecno.it e-mail: info@digitecno.it

www.digitecno.it