

COMUNE DI SIENA – Produzione di cartografia numerica a scala 1:500 del Centro storico e realizzazione del relativo database topografico 3D.

Consorzio Leonardo – Firenze

(Durazzani - Territorio e Ambiente S.r.l. - IRTEF S.r.l. – Geoservice S.r.l. - SVALTEC S.r.l.)

Presentazione del Progetto

Nel Giugno 2006 il Comune di Siena affidava al Consorzio Leonardo di Firenze, aggiudicatario della relativa gara per pubblico incanto, la fornitura di una cartografia numerica a scala 1:500 del centro storico della città e del relativo database topografico da realizzarsi secondo le specifiche tecniche di Intesa GIS, Intesa Stato Regioni Enti locali per i database Geografici.

La superficie cartografata è risultata di circa 210 ettari appartenenti al centro storico e corrispondenti a circa 144 isolati.

Le attività realizzate hanno compreso:

- *Reti d'inquadramento piano altimetrico e determinazione dei punti fotografici d'appoggio;*
- *Costruzione di poligoni per l'appoggio dei successivi rilievi di dettaglio, per una estensione totale di circa 40 km;*
- *Restituzione fotogrammetrica diretta a partire dai fotogrammi a scala 1:3800 (ripresa aerea eseguita nel 2005), forniti dal Committente;*
- *Rilievo celerimetrico diretto sul terreno;*
- *Ricognizione integrativa e qualitativa;*
- *Editing dei dati;*
- *Strutturazione dei dati nel geo-database;*
- *Costruzione degli elementi tridimensionali per estrusione dei singoli edifici e relativi annessi;*
- *Realizzazione del DTM basato sui perimetri degli edifici a terra;*
- *Produzione degli elaborati grafici.*

Il prodotto di tale attività è costituito da una cartografia numerica e da un database ad essa associato tali da permettere la ricostruzione del modello tridimensionale dell'urbanizzato (3D City Model).

Gli aspetti caratterizzanti dell'attività realizzata, al di là dell'elevato livello di dettaglio raramente raggiunto in un ambito urbano così importante, consistono principalmente nella costruzione dell'edificato, realizzato attraverso operazioni di estrusione a partire dalla sagoma di ciascun edificio rilevato a terra e collegata alla copertura costruita tramite la restituzione aerofotogrammetria. La stessa copertura è stata creata attraverso un processo di estrusione realizzato per ciascuna falda, a partire dalla superficie inclinata superiore costituente la falda ed estrudendola fino al livello assunto quale livello di gronda, corrispondente all'intersezione tra la superficie della falda inclinata ed il piano verticale estruso in corrispondenza del piano di distacco a terra dell'edificio. In tal modo è stato possibile costruire in modo estremamente realistico e geometricamente corretto le diverse falde che compongono la copertura. Al di sopra di questa e raccordati con le superfici di falda, sono stati inseriti gli elementi architettonici accessori, quali comignoli, abbaini, merli, lucernari, volumi tecnici, a loro volta modellati tramite estrusione a partire dalla linea di attacco alla superficie sottostante, piana o inclinata che fosse.

In modo simile sono stati creati, lungo le facciate esterne, tutti gli elementi architettonici rilevati, quali aggetti, bow windows, loggiati, altane etc. Una particolare attenzione è stata dedicata alla costruzione delle falde di contrafforti spesso esistenti a sostegno di strutture monumentali o di semplici edifici antichi e probabilmente dovuta all'impiego di mattoni in cotto, quale materiale da costruzione principale. L'individuazione di tali elementi strutturali, caratterizzati da una superficie obliqua di raccordo tra la quota d'imposta dell'edificio ed un qualche punto giacente sulla sua parete esterna e non sempre corrispondente alla quota della linea di gronda, ha posto nei primi tempi di attività non pochi problemi d'interpretazione. Risultavano, infatti, incongruenze geometriche tra il profilo a terra dell'edificio ed il suo profilo in corrispondenza della quota di gronda; per risolvere tali incongruenze e verificare la reale geometria dell'edificio è stato necessario procedere, preventivamente alla fase di costruzione dell'edificato, ad una ricognizione fotografica che permettesse di individuare la presenza di tali contrafforti.

In corrispondenza del piano stradale, che nel caso di Siena per la sua tormentata morfologia risulta spesso non univoco ma posto a più livelli dell'edificio, sono stati creati i sottopassi e le gallerie, che spesso presentano diverse quote del piano di base e dell'archivolto. In tali casi l'edificio sovrastante è stato creato attraverso l'estrusione, a partire dal piano più basso e fino al livello di sottogronda, delle porzioni di edificio esterne al sottopasso, mentre in corrispondenza di quest'ultimo l'edificio è stato estruso a partire dalla quota dell'archivolto. Le diverse unità volumetriche così create sono state successivamente riunite all'interno del geo-database in un unico cassone rappresentante l'intero edificio. In modo simile tutti gli elementi architettonici ed i complementi d'arredo urbano rilevati sono stati costruiti attraverso operazioni di estrusione di superfici, come per esempio nel caso di scalinate, per le quali ciascun gradino è stato costruito

utilizzando quale superficie di estrusione la relativa pedata, associata alla sua quota ed utilizzando quale quota di base la quota del piano stradale.

Le aree stradali, costruite quali aree di esclusione rispetto all'ingombro a terra degli edifici, sono state modellate e classificate in base alle prescrizioni del Capitolato Intesa GIS e corredate di rappresentazione a grafo. Quale attributo specifico, nel geo-database è stata inserita la tipologia di pavimentazione esistente.

Le fasi di lavoro

Rete d'inquadramento e rilievo celerimetrico

Per l'inquadramento geometrico è stata realizzata una rete di 22 vertici comprendente l'intera zona da rilevare . E' stata realizzata con strumentazione Gps con misure satellitari . Da questi vertici sono state fatte numerose poligonali utilizzando strumenti topografici elettronici per uno sviluppo di 40 km determinando circa 600 vertici le cui misure sono state compensate in un unico blocco . Dai vertici di queste poligonali sono state effettuate le misure celerimetriche , determinando le coordinate x,y,z di tutti gli oggetti costituenti il tessuto urbano del centro storico . In sintesi sono state determinate topograficamente le coordinate di tutti i vertici che concorrono a descrivere geometricamente gli isolati , i marciapiedi , gli oggetti dell'arredo urbano , i porticati , le scalinate etc. per un totale di 30.000 punti . In fase di editing, dall'unione di questi punti è nata la cartografia al suolo del centro storico che è stata integrata con la successiva fase di restituzione delle riprese fotogrammetriche per le quote in gronda e per gli oggetti su falda non misurabili per via topografica .

Restituzione

In fase di progetto del rilievo, in ottemperanza alla metodologia operativa prevista dal Disciplinare Tecnico, si è optato per condurre la restituzione secondo il metodo classico fotomeccanico, ovvero con l'utilizzo delle immagini stampate su pellicola trasparente (diapositiva). Per questa fase sono stati impiegati i restitutori analitici Digicart 40 (Siscam/Galileo - Firenze) opportunamente tarati in funzione delle periodiche rettifiche previste dal nostro sistema di certificazione ISO 9001:2000. I vari modelli stereoscopici sono stati orientati e dimensionati sulla maglia dei punti fotografici d'appoggio determinati con la rete d'inquadramento e appoggio. In particolare si è dato luogo ad una restituzione modulare, ripartita per isolati, e dunque, affinando di volta in volta il piazzamento degli stereogrammi in funzione dell'afferente rilievo celerimetrico dell'isolato trattato. Il piazzamento di ogni stereogramma è certificato da un "protocollo di restituzione" che sintetizza, in forma analitica, la precisione dell'operazione. Inoltre, in stretta correlazione con le fasi di ricognizione ed editing,

allo scopo di dirimere eventuali incertezze, in molti casi, gli stereogrammi sono stati nuovamente piazzati seguendo una metodologia operativa diversa. In effetti, anziché le immagini su pellicola trasparente, sono state posizionate le immagini digitali (scatti di altre strisciate ma sempre della stessa ripresa aerea), usando il software Stereometric (Siscam – Firenze) in modo da analizzare i particolari da diversi punti di presa.

Ricognizione

La ricognizione ha costituito un'attività particolarmente impegnativa sia per la complessità del tessuto urbano da cartografare, sia per il dettaglio richiesto dalla scala di rappresentazione. Alla ricognizione classica, spesso accompagnata da verifica metrica di elementi specifici, è stato necessario accompagnare una campagna fotografica molto dettagliata che permettesse agli operatori di disporre di immagini al suolo dettagliate e spesso effettuate da diversi punti di presa. Solo in tal modo è stato possibile ricostruire particolari architettonici ed aiutare nell'interpretazione delle misure topografiche eseguite a terra.

Editing

Al di là di quanto precedentemente indicato nella presentazione del Progetto, le attività di editing hanno richiesto particolare attenzione nella fase di costruzione dell'edificato in quanto tale operazione è stata realizzata attraverso il montaggio del rilievo celerimetrico eseguito al suolo, con la restituzione fotogrammetrica delle coperture. Dal punto di vista geometrico ed interpretativo ciò ha richiesto una notevole attenzione da parte degli operatori per una rappresentazione corretta ed esaustiva di tutto il tessuto urbano. Il ricorso alle immagini realizzate al suolo è stato da questo punto di vista molto utile.

Realizzazione del database topografico

E' indubbio che la realizzazione di un Sistema Informativo basato su un Data Base Topografico di così elevata precisione nel replicare la visione della realtà nelle sue forme che, come abbiamo visto, non possono essere ricondotte a solidi della geometria classica, e che dall'altro consentisse di porre in relazione oggetti tra loro diversi ma logicamente connessi, ha richiesto un notevole sforzo nella fase di "ingegnerizzazione". Le procedure attuate hanno, infatti, dovuto tenere conto di un sistema complessivo articolato in molteplici fasi di lavoro, finalizzate alla costruzione del geo-database all'interno del quale sono confluite tutte le informazioni prodotte. Dal punto di vista tecnico, per estrema sintesi, sono state creati dei temi logici (ad esempio "Immobili") facenti parte di uno strato informativo superiore degli "immobili e antropizzazioni"; il tema logico riunisce tutte le classi di oggetti che tra loro hanno un legame spaziale e logico, per cui viene distinto il cassone edilizio nelle sue componenti geometriche spaziali, con cui vengono posti in relazione gli edifici, anch'essi con le componenti geometriche. L'edificio a sua volta è posto in

relazione con le unità volumetriche, con i relativi particolari architettonici quali gradini ma anche lucernari, comignoli, altane, archivolti, pilastri, etc.

Dal punto di vista informatico è stato necessario realizzare diverse procedure e moduli che, sfruttando le relazioni sia spaziali che fisiche tra gli oggetti delle varie classi, hanno generato a loro volta o attributi (in genere la componente della terza dimensione) o altre classi di oggetti.

Sviluppi successivi

Il Data Base Topografico realizzato, al momento di tipo “personal” quindi finalizzato al progetto e non ancora aperto ad una gestione multiutenza, come è ipotizzabile quando svariati uffici tecnici avranno necessità di consultare ed aggiornare i dati, ha già tuttavia una struttura multidimensionale in quanto contiene le immagini degli edifici sia in vista frontale che pictometrica; a titolo sperimentale, per una piccola parte del territorio considerato, è già stato realizzato il collegamento con lo stradario e la relativa con la numerazione civica e con il livello disponibile del catasto. Ad oggi è possibile interrogare il sistema in modo interattivo oppure inserendo un indirizzo o una particella catastale, consultare tutte le informazioni degli oggetti del catalogo del database ed ottenere il calcolo di volumi e superfici di un edificio in tutte le sue componenti (unità volumetriche, tetti, etc); è evidente come, disponendo di un grafo viario strutturato a network ed associando altri livelli informativi georiferiti (si pensi alle reti dei sottoservizi, alle utenze, etc.) si disponga di uno strumento versatile, di facile uso e di infinite possibili applicazioni per la conoscenza, gestione e pianificazione a livello comunale.

Inoltre la grande quantità di immagini al suolo realizzate lungo tutta la viabilità urbana oggetto del presente lavoro, costituisce un enorme archivio di informazioni, non previsto dal progetto iniziale, che potrà essere valorizzato e messo a disposizione dell'Amministrazione attraverso la realizzazione di strumenti di consultazione basati su criteri di ricerca geografica, stringa via/numero civico od altro da concordare con la Committenza.