

# **Problematiche tecnologiche nell'aggiornamento della banca dati territoriale di un Comune.**

Tarcisio COIANIZ(\*), Franco GUZZETTI(\*\*), Giuseppe PELAGATTI(\*\*\*)

(\*) Consorzio dei Comuni della Provincia di Bolzano - tarcisio.coianiz@gvcc.net.

(\*\*) DIAR - Politecnico di Milano – franco.guzzetti@polimi.it.

(\*\*\*) DEI - Politecnico di Milano – pelagatt@elet.polimi.it.

## **Riassunto**

L'utilizzo di dati privi di struttura topologica, quali i progetti CAD, per l'aggiornamento di una banca dati geografica in cui sono definiti vincoli topologici non è immediato, ma richiede la definizione di opportune procedure di conversione per la gestione dei conflitti. Nel presente lavoro viene proposta una metodologia che si basa su di una struttura di overlay, e che è stata testata efficacemente nel contesto dell'aggiornamento di un DB topografico comunale.

## **Abstract**

Using non-topological data, like a CAD project, in order to update a geographic database in which strong topological constraints are defined, is not straightforward. It requires indeed the definition of proper conversion procedures, in order to deal with potential arising conflicts. In this work a workaround is proposed, which is based on an overlay working structure, and which was positively tested in the framework of a local administration.

## **Introduzione**

Una banca dati territoriale presenta, rispetto alla tradizionale cartografia, esigenze più stringenti in termini di aggiornamento temporale.

Mentre un aggiornamento periodico ogni 5 o 10 anni poteva essere adeguato per una cartografia tradizionale, così non è più nel momento in cui la cartografia viene integrata in un sistema informativo più vasto e contenente informazioni con una dinamica temporale più veloce. Si pensi ad esempio ad un'amministrazione comunale che collega ad un edificio le "pratiche edilizie" che a quell'edificio si riferiscono, ai tributi, alle utenze di servizi tecnologici, alla gestione dell'ICI, oppure alle concessioni rilasciate su una strada o su di una porzione di suolo pubblico.

Non essendo ipotizzabile un processo continuo di produzione fotogrammetrica, si è cercato di capire se e come fosse possibile mantenere un aggiornamento costante e con un livello di qualità adeguato, attingendo alle informazioni che, in modo più o meno consapevole, vengono a vario titolo messe a disposizione dai diversi uffici dell'amministrazione comunale.

Individuata nei progetti gestiti dagli uffici "edilizia privata" e "lavori pubblici" una fonte primaria di informazione per l'aggiornamento della banca dati territoriale a livello comunale, è stato affrontato il problema di come utilizzare gli elaborati CAD prodotti da tali uffici per l'aggiornamento del DB territoriale.

Il lavoro è stato focalizzato principalmente sulla definizione della metodologia, e sul progetto delle procedure che consentono di effettuare gli aggiornamenti in modo controllato.

Nella definizione della procedura di aggiornamento, particolare cura è stata posta al fine di garantire il mantenimento delle corrette relazioni topologiche tra gli oggetti del DB, mantenendo la copertura totale del territorio e la corretta storicizzazione delle variazioni, in modo che fosse sempre possibile

ottenere la situazione relativa ad una data a piacere, e monitorare quindi l'evoluzione temporale del territorio.

La sperimentazione nasce nell'ambito del progetto FSE del Comune di Bolzano con argomento: "Innovazione e posizionamento strategico del Servizio Informativo Territoriale del Comune di Bolzano". Il nuovo DB topografico del Comune di Bolzano alla scala 1:1000 è ricco di contenuti ed ha una struttura tale da supportare il SIT comunale. Sono però ancora carenti le indicazioni relative alle metodologie di aggiornamento di questo tipo di prodotti. L'ambito territoriale di Bolzano, il ruolo di riferimento stabile per le iniziative analoghe svolto dal Consorzio dei Comuni della Provincia di Bolzano, l'interesse tecnico-scientifico alle problematiche in oggetto hanno contribuito all'attivazione del gruppo di lavoro costituito dagli autori.

### Utilizzo di dati CAD per l'aggiornamento cartografico.

Nel contesto dell'aggiornamento della copertura poligonale del DB topografico comunale, sono stati analizzati gli elaborati CAD presentati a corredo delle richieste di concessione edilizia, al fine di verificare se, e in che misura, fossero direttamente utilizzabili per l'aggiornamento cartografico. Tali elaborati, pur essendo finalizzati ad altro scopo, contengono implicitamente le informazioni necessarie per l'aggiornamento del DB topografico: il quesito che ci si è posti è se tali informazioni fossero esplicitabili in modo conveniente.

In Figura 1a è riportato un esempio di tali elaborati. Il disegno non è in coordinate cartografiche, è orientato geograficamente in modo da meglio evidenziare l'oggetto della richiesta (non a nord), contiene dettagli e vestizioni anche degli oggetti confinanti che, se da un lato facilitano la lettura da parte di un operatore umano, dall'altro ne rendono però difficoltosa l'interpretazione automatica.

In figura 1c è riportato l'equivalente elaborato utile per l'aggiornamento cartografico. Appare chiaro che lo sforzo necessario per estrarre e georeferenziare dall'elaborato 1a le informazioni per ottenere l'elaborato 1c è confrontabile con lo sforzo necessario per disegnare ex novo l'elaborato 1c. La via ipotizzata non è quindi conveniente, a meno di non imporre vincoli sul formato degli elaborati CAD che consentano di estrarre le informazioni richieste in modo automatico.

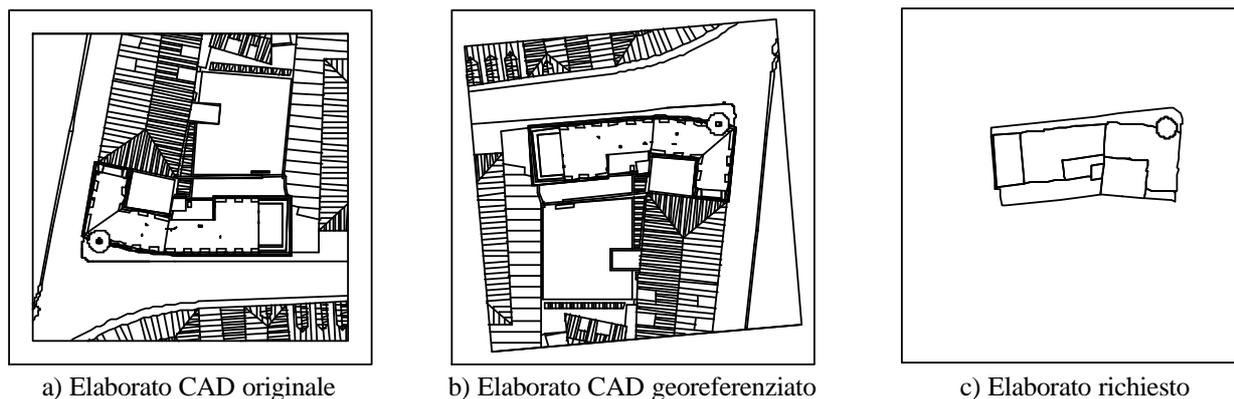


Figura 1: esempio di elaborato CAD a corredo di una richiesta di concessione edilizia (a), e del relativo elaborato richiesto per l'aggiornamento cartografico (c).

Alla luce delle precedenti considerazioni, si è quindi cercato di definire una procedura di aggiornamento basata sui seguenti principi:

1. richiedere un elaborato CAD più adatto all'operazione di aggiornamento del database, senza però richiedere particolari competenze cartografiche al progettista che fornisce tale elaborato e minimizzando la quantità di lavoro supplementare richiesta;

2. sviluppare una procedura interattiva di aggiornamento, tramite la quale un esperto del SIT possa aggiornare il database sulla base di tale elaborato CAD, eventualmente correggendo anche alcuni errori presenti nell'elaborato stesso.

Nel seguito vengono descritte prima le caratteristiche richieste per l'elaborato CAD, poi la procedura di aggiornamento.

### **Caratteristiche richieste all'elaborato CAD**

Sono stati individuati i seguenti vincoli sull'organizzazione e sui contenuti dell'elaborato CAD, che sono in sintesi la georeferenziazione e la raccolta in un layer separato delle informazioni utili per l'aggiornamento cartografico:

1. Gli elaborati vanno sempre appoggiati su di un estratto della cartografia attuale, che va inserita nel progetto in un apposito layer;
2. le linee necessarie per l'aggiornamento cartografico vanno inserite in un layer definito allo scopo, nel quale non vanno inserite altre informazioni;
3. le linee del punto 2 possono essere "linee nuove" oppure linee già appartenenti all'estratto cartografico ("linee vecchie");
4. nel caso in cui una linea dell'estratto cartografico rimanga valida dopo l'aggiornamento, tale linea deve essere mantenuta come linea vecchia e non deve essere cancellata e sostituita con una linea nuova;
5. per le linee nuove va sempre utilizzato l'operatore di "snap", al fine di garantire la corretta chiusura delle aree delimitate dalle nuove geometrie;
6. eventuali informazioni descrittive, quali testi, quote ecc, vanno inserite in un secondo layer definito allo scopo;
7. per il resto l'elaborato può essere organizzato a piacere e in un numero di layer a piacere, in funzione delle esigenze del progettista.

Si noti che il punto 1. implica che, nei limiti di tolleranza della cartografia, sul bordo della zona da aggiornare i vertici dell'elaborato CAD vanno agganciati alla cartografia attuale, indipendentemente dalla disponibilità di misure più precise.

In altre parole, nei limiti di tolleranza fissati, è il nuovo che si deve adeguare al vecchio, e non viceversa. Tale inevitabile limitazione è dovuta al fatto che non si dispone ancora di un modello concettuale per propagare in modo generale le correzioni dello stato corrente dovute all'introduzione di dati più accurati, gestendo un sistema multi-accuratezza.

Ciò significa che, individuato l'insieme degli oggetti del DB sui cui si vuol fare l'aggiornamento, le modifiche possono essere fatte solo sull'insieme aperto, e non sulla sua frontiera. Se, una volta individuato l'insieme degli oggetti da aggiornare si riscontra la necessità di eseguire modifiche sulla sua frontiera, questo significa che è necessario estendere tale insieme, in modo che tutte le modifiche ricadano al suo interno.

Quando non è possibile adattare il disegno sulla frontiera, rispettando le tolleranze nominali, il progettista deve attivare una segnalazione di anomalia verso l'ente responsabile della gestione del DB topografico, che deve portare alla correzione dell'errore presente nella cartografia preesistente, e che comunque deve essere risolto preventivamente.

Per poter gestire operativamente tale situazione è opportuno che nell'ambito territoriale in oggetto sia operativamente disponibile la materializzazione del sistema di riferimento. Le soluzioni adottabili sono molteplici: l'utilizzo di una rete geodetica di dettaglio, la validazione metrica dei punti fiduciali, un servizio integrato di stazioni permanenti GPS. L'obiettivo è quello di poter facilmente definire le coordinate assolute di punti su cui impostare le correzioni (e gli aggiornamenti) richiesti.

### L'aggiornamento del DB topografico

Per poter essere inserita nel DB topografico comunale, l'informazione geometrica contenuta nell'elaborato CAD va trasformata in una struttura informativa. Nel procedimento oggetto di questa sperimentazione, ciò viene realizzato in due passi: un primo passo offline di preelaborazione finalizzato principalmente alla creazione delle corrette relazioni topologiche tra gli oggetti; un secondo passo, interattivo, finalizzato principalmente alla gestione del contenuto informativo.

Tutte le fasi di questo procedimento devono essere eseguite da tecnici che conoscono le caratteristiche del DB topografico. E' quindi necessario prevedere una struttura operativa di supporto adeguata, esperta nella gestione delle informazioni geografiche e integrata con le attività della struttura SIT.

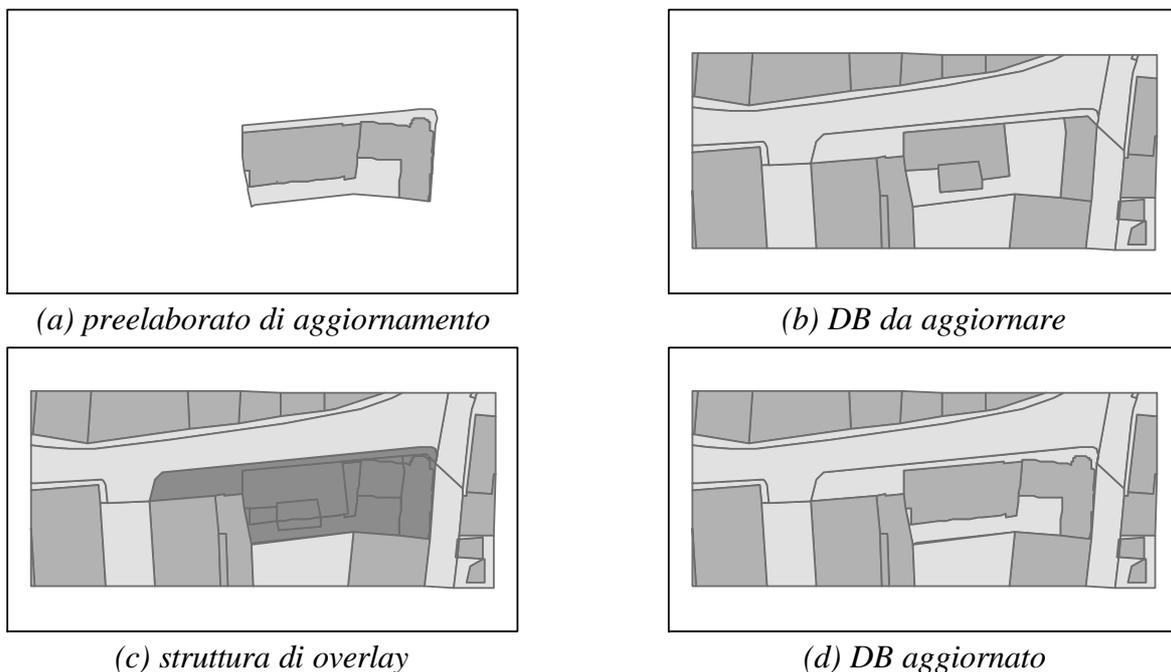


Figura 2: in figura è riportato un esempio di aggiornamento che dallo stato iniziale (b) porta allo stato finale (d) utilizzando le informazioni del preelaborato di aggiornamento (a) appoggiandosi alla struttura di overlay (c).

### Primo passo: preelaborazione del dato CAD

In questa fase vengono costruiti gli oggetti geometrici poligonali a partire dalle linee contenute nell'elaborato CAD. Si tratta di una conversione supervisionata, in cui l'operatore può intervenire per correggere eventuali errori presenti nel CAD, quali ad esempio linee non chiuse o segmenti isolati. In questa fase vengono inoltre classificati gli oggetti poligonali prodotti (es. strada, cortile, edificio) ed inserite in forma di attributi le eventuali informazioni presenti nel CAD come annotazioni (es. quote, testi, classificazioni).

Come risultato del primo passo l'elaborato CAD viene dunque trasformato in una struttura dati equivalente a un estratto del database (ovviamente, del database che esisterà dopo l'aggiornamento che deve essere ancora eseguito), corretto topologicamente e con gli oggetti preclassificati (figura 2a). E' importante osservare che gli oggetti presenti in questo estratto possono essere sia oggetti completamente nuovi, sia oggetti vecchi già presenti nel database, eventualmente modificati. La determinazione di questi aspetti e quindi anche l'attribuzione di un identificatore agli oggetti nuovi viene fatta nel passo seguente.

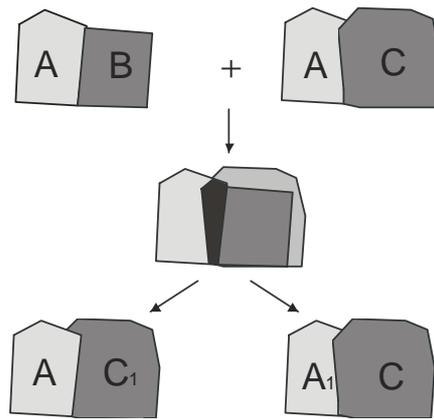


Figura 3: attraverso il riaccorpamento selettivo delle aree di overlay è possibile scegliere tra l'aggiornamento  $AB \text{ ® } AC_1$  e  $AB \text{ ® } A_1C$  e correggere quindi eventuali errori di congruenza geometrica dell'elaborato CAD

### Secondo passo: aggiornamento

In questa fase viene effettuato l'aggiornamento vero e proprio, mediante un processo interattivo finalizzato al controllo della corretta integrazione con i dati preesistenti, alla storicizzazione delle variazioni e al mantenimento delle corrette relazioni topologiche tra gli oggetti vecchi e quelli nuovi. A tal fine, il problema del controllo topologico è stato trasformato in un problema di classificazione, secondo il metodo di seguito illustrato.

Il primo passo della procedura di aggiornamento consiste nella creazione di un tematismo di overlay: viene cioè creata una nuova struttura topologica di lavoro (fig. 2c), ottenuta come intersezione tra le geometrie vecchie (fig. 2b) e le nuove (fig. 2a). In questo modo tutti i vecchi oggetti già presenti nel DB e tutti i nuovi oggetti da inserire sono esprimibili come unione di un numero opportuno di geometrie di overlay.

Definita la struttura di overlay, ha inizio la fase di aggiornamento vera e propria, in cui l'operatore può, in modo interattivo, definire le geometrie modificate dei vecchi oggetti e le geometrie dei nuovi oggetti come aggregazioni delle geometrie di overlay. In questa fase è possibile controllare il rispetto di vincoli topologici; ad esempio, nella sperimentazione attuata il vincolo di partizionamento disgiunto e completo del territorio si è tradotto nel requisito che ogni area di overlay fosse assegnata ad uno e un solo oggetto.

Contestualmente all'assegnazione delle nuove geometrie, l'operatore mette in relazione il contenuto informativo dei nuovi oggetti con i vecchi, scegliendo di volta in volta se si tratta di aggiornamento di un oggetto preesistente, con conseguente storicizzazione della modifica, o dell'inserimento di un oggetto nuovo, con conseguente inserimento dei nuovi parametri identificativi. Un menù contestuale guida l'operatore nella scelta proponendo corrispondenze basate sulla precodifica degli oggetti fatta al passo 1 e sulla loro posizione geometrica.

L'aggiornamento ha termine quando tutte le aree di overlay sono state utilizzate per definire le nuove geometrie: tale procedimento garantisce di mantenere la completa copertura del territorio preservando le corrette relazioni topologiche tra gli oggetti.

Durante lo svolgimento di questa operazione è possibile correggere eventuali errori di congruenza geometrica presenti originalmente nell'elaborato CAD, accorpando opportunamente le aree di sovrapposizione. Si veda ad esempio la figura 3 dove sono indicate due alternative di accorpamento possibile,  $AB \rightarrow AC_1$  oppure  $AB \rightarrow A_1C$ , in funzione che si consideri che l'oggetto A sia in realtà

rimasto immutato, e quindi la sovrapposizione con C sia dovuta ad un errore, oppure che A sia stato effettivamente modificato assieme a B.

Si noti che il secondo caso, corrispondente ad una modificazione erronea dell'oggetto A, non dovrebbe verificarsi se l'elaborato CAD fosse costruito osservando tutte le regole indicate precedentemente, in particolare la regola di non sostituire le linee vecchie ancora valide con linee nuove.

### **Sperimentazione**

La prima fase di sperimentazione è consistita nella creazione di un primo prototipo di ambiente di aggiornamento su ArcView 3 di ESRI e basato su shapefile. Il prototipo è stato creato per verificare l'efficacia operativa dell'algoritmo di aggiornamento proposto, ed ha permesso di verificare che, adottando la metodologia proposta, è possibile aggiornare un DB rispettando vincoli topologici, pur in assenza di un editor topologico e pur basandosi su di una struttura dati che non permette di definire vincoli topologici espliciti.

Si è quindi passati alla seconda fase di sperimentazione, che è tuttora in corso, che ha coinvolto la società Oracle-Italia e il consorzio Cefriel del Politecnico di Milano per la produzione di un prototipo per l'aggiornamento di un DB topografico basato sulla struttura topologica offerta da Oracle 10g. In questo caso la struttura topologica è garantita dalla banca dati, mentre il passaggio attraverso la struttura di overlay è necessario per gestire le possibili inconsistenze dovute al fatto che l'elaborato CAD di partenza non è stato necessariamente prodotto mediante un editor topologico e può quindi contenere errori del tipo evidenziato in figura 3.

Il prototipo, che è in fase conclusiva di realizzazione e che sarà operativo nelle prossime settimane, consentirà di fare delle valutazioni sia sulla metodologia proposta, sia sull'ambiente operativo.

### **Riferimenti bibliografici**

A.Peerbocus, G.Jomier, T.Badard, "A methodology for updating geographic databases using map versions", Symp. On Geospatial theory, processing and applications, Ottawa 2002

T. Coianiz, F. Gambalunga, P. Viskanic (2001) "Dalla Cartografia numerica ai Sistemi Informativi territoriali." Rivista dell'agenzia del Territorio. N. 2/2001.

AA.VV. (2001), "Cartografia Numerica Tecnica alle scale nominali 1:1000 e 1:2000. Specifiche tecniche", Consorzio dei Comuni della Provincia di Bolzano

P.Hardy, P.Woodsford, "Incremental updating using the gothic versioned object database", ICA/ISPRS workshop on Incremental Updating and Versioning of spatial databases, Amsterdam 2000

A.Belussi, M.Negri, G.Pelagatti, G.Zuliani, "Representing the evolution of spatial data in GIS", proc. UDMS 1999

T.Badard, "Towards a generic updating tool for geographic databases", GIS/LIS 98, FortWorth, Texas, 1998

International Cartographic Association (ICA) Commission on Incremental Updating and Versioning, Workshop and WG meeting, <http://geo.haifa.ac.il/~icaupdt>.