

LA GENERALIZZAZIONE DEI GEODATI E DEI GEODB REGIONALI:
L'ESPERIENZA DELL'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
*THE GENERALIZATION OF GEO DATA AND OF REGIONAL GEO DB:
THE EXPERIENCE OF ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (I.G.M.)*

Antonio Arrighi*, Antonio Gebbia*

Riassunto

Nel presente lavoro vengono descritte le principali caratteristiche delle procedure, affiancate a quelle classiche di stereorestituzione fotogrammetrica di riprese aeree, adottate dall'Istituto Geografico Militare per la derivazione del DB25 e della relativa cartografia alla scala 1:25000; tali procedure fanno ricorso ai dati territoriali regionali resi disponibili dagli accordi di collaborazione intrapresi con le Istituzioni locali.

A partire dalla prima esperienza (Monselice), che data ormai circa 10 anni, le procedure di allestimento hanno subito una progressiva evoluzione dovuta al consistente aggiornamento tecnologico avvenuto nel corso dell'ultimo decennio presso l'I.G.M., nonché dalla tipologia di dati sempre più sofisticati e performanti che le Regioni sono state in grado di produrre.

L'attività iniziale è stata impostata sulla procedura di derivazione del DB25 dai dati delle Carte Tecniche Regionali Numeriche (CTRN). Con tale metodo i dati grafici vettoriali sono stati dapprima assemblati e georeferenziati nel sistema di riferimento WGS84, quindi, dopo una prima fase di controllo geometrico (scelta dei punti di controllo, rilievo in campagna, processamento dei dati acquisiti, confronto con i dati regionali), il lavoro si è sviluppato in una seconda fase di ricognizione sul terreno (verifica ed integrazione dei dati rilevati, raccolta della toponomastica) e quindi in una terza fase di editing cartografico (importazione dei dati regionali nel database I.G.M., correzioni e integrazioni conseguenti alla ricognizione, generalizzazione cartografica, verifica e correzione delle congruenze geometriche e delle relazioni topologiche). I dati acquisiti sono stati successivamente strutturati nel formato del DB25 ed infine sottoposti a vestizione grafica e stampa.

L'applicazione della suddetta procedura è stata possibile per l'aumentata disponibilità di prodotti cartografici a grande scala in forma numerica. A tale scopo sono stati firmati e resi attivi appositi accordi-quadro che hanno permesso scambi di dati con gli Enti regionali. La procedura da CTRN ha permesso di diminuire i tempi di produzione del metodo fotogrammetrico.

La situazione attuale è rappresentata da studi volti ad ottimizzare ulteriormente le procedure di lavoro (riduzione tempi e costi realizzativi); in particolare meritano interesse quelli relativi alla generalizzazione dei geoDB regionali 5k e 10k per la derivazione diret-

* Reparto Produzione - 2ª Direzione - Istituto Geografico Militare, Via Cesare Battisti, 10 - 50122 Firenze Tel. 05527321 - vdir2dir@geomil.esercito.difesa.it, caserv2carto@geomil.esercito.difesa.it

ta del DB25; a questo proposito risulta significativa l'esperienza acquisita con il progetto pilota "Gattinara" realizzato in collaborazione con la Regione Piemonte e la partecipazione all'attività svolta dall'Università di Padova per conto della Regione Veneto (progetto CARGEN) finalizzata allo studio di regole e procedure per la derivazione del DB25 da geoDB 5k in modo il più possibile automatizzato.

Abstract

This paper is aimed at illustrating the relevant characteristics of I.G.M. new methodology to produce geoDB named DB25 and related cartography at 1:25000 scale. The application of the procedure has been carried out thanks to the availability of regional digital geoData at 1:5000/1:10000 scale and it's in addition to a traditional photogrammetric method. The problem to solve is how to derive 1:25000 data by means of 1:5000/1:10000 original data and therefore how to apply a generalization procedure to data sets, in general, not aligned; in other words, how to solve the problem of "one to many" correspondence relative to regional-national data. I.G.M. has developed an interactive procedure applied to vector regional data: geometric check, monoscopic updating, field completion and verification, cartographic editing, geoDB (DB25) and related paper map realization. The current situation is aimed at finding an optimization (time and cost) of the previous method by direct derivation of DB25 from geoDBR (i.e. Regional DB at 1:5000/1:10000 resolution): in our opinion "Gattinara" pilot project and "CARGEN" in progress realization are very interesting.

Introduzione

L'Istituto Geografico Militare realizza cartografia topografica, corografica, geografica; la configurazione operativa tradizionale è la seguente:

- Rilevata (scala 1:25000)
- Derivata (scala 1: 50000, 1:250000, 1:500000, 1:1000000)

Le fasi fondamentali per la costruzione della Cartografia rilevata 1:25000 sono sintetizzate nei punti sotto elencati:

- Geocodifica fotogrammi aerei (Triangolazione Aerea)
- Stereorestituzione numerica/digitale
- Ricognizione topografica (verifica diretta e integrazione dati restituiti)
- Formazione **DB25**
- Allestimento cartografico (simbolizzazione ed editing)
- Rasterizzazione, assemblaggio di priorità e smistamento dati per la stampa in quadricromia.

Quelle relative alla derivazione della Cartografia 1:50000 sono invece:

- Riunione file 1:25000
- Riorganizzazione dati, variazione simboli e incremento corpo caratteri toponomastica
- **Generalizzazione cartografica**
- Rasterizzazione, assemblaggio di priorità e smistamento dati per la stampa in quadricromia

A proposito della Generalizzazione Cartografica, l'**Associazione Internazionale di Cartografia** definisce il processo di generalizzazione come *"la selezione e la rappresentazione*



Fig. 1a (tratta da documentazione I.G.M.) - Le quattro Sezioni alla scala 1:25000 comprese nella carta 1:50000



Fig. 1b (tratta da documentazione I.G.M.)- Le quattro Sezioni 1:25000 riunite, sottoposte alla riorganizzazione dei dati, variazione dei simboli, incremento corpo caratteri toponomastica e ridotte alla scala 1:50000 (come si può notare facilmente, la situazione del disegno è caotica e quindi illeggibile)



Fig. 1c (tratta da documentazione I.G.M.) - La carta alla scala 1:50000, in forma vettoriale, dopo la generalizzazione [vale ricordare che l'I.G.M., per merito di due Funzionari cartografici (Alessandro Di Rita e Michele Persico), ha realizzato un software dedicato all'individuazione di isolati e alla generalizzazione automatica degli edifici al loro interno]



Fig. 1d (tratta da documentazione I.G.M.) - La carta alla scala 1:50000, in forma raster, nella versione a stampa

semplificata dei particolari topografici in funzione della scala e del contenuto informativo della carta”.

Tale processo viene utilizzato per derivare una rappresentazione della realtà territoriale da un'altra a scala più grande e quindi più precisa, in modo comunque da conservare, con appropriata chiarezza e completezza, le caratteristiche salienti del territorio disegnato nella nuova rappresentazione come riportato, a titolo di esemplificazione, nelle figure 1a, 1b, 1c, 1d.

Una nuova metodologia

Posizione del problema

Nel recente passato l'I.G.M. ha introdotto nei processi produttivi di cartografia nazionale una nuova metodologia:

- derivazione della carta topografica alla scala 1:25000 da dati territoriali rilevati dagli Enti Regionali (passaggio 1:5000/1:10000 ➔ 1:25000)

Quindi: cartografia 1:25000 non più soltanto rilevata, ma anche derivata.

Ciò è conseguenza del fatto che l'I.G.M. ha perseguito (e persegue), pienamente corrisposto, il criterio di **sinergia operativa** con gli altri attori nazionali del comparto geografico ed in particolare con gli Enti Regionali.

Questa iniziativa è favorita dalla disponibilità di una sempre più cospicua quantità di dati territoriali, per altro sempre più sofisticati e performanti, che le Regioni sono in grado di produrre.

Le fasi evolutive del nuovo processo produttivo possono essere distinte in base alla tipologia di dati acquisibili dalle Regioni:

- CTRN 5k/10k (denominabili come geoDRN, ovvero geoDatiRegionaliNumerici)
- DB 5k/10k (denominabili geoDBR, ovvero geoDBRegionali)

Prima di introdurre la generalizzazione dei geoDRN, è opportuno descrivere sinteticamente le caratteristiche dei due tipi (Regionali e I.G.M.) di geoDati; a tal fine si riassumono i caratteri tecnici salienti delle cartografie in questione.

La **Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRNR)** presenta le seguenti peculiarità:

- Sistema di riferimento geodetico-cartografico: Roma40-UTM
- Taglio cartografico (ED50): 5k-1/64 della carta 1:50000 (lat.1,5' x long.2,5'); 10k-1/16 della carta 1:50000 (lat. 3' x long. 5')
- Rappresentazione grafica: monocromatica, essenzialmente in proiezione
- Contenuto informativo: regionale, stabilito dai Servizi Cartografici Regionali.

Le caratteristiche salienti della **carta 1:25000 I.G.M.** sono invece:

- Sistema di riferimento geodetico-cartografico: ETRS89-TM [Transverse Mercator (projection)]
- Taglio cartografico (ED50): 1/4 della carta 1:50000 (lat.6' x long.10')
- Rappresentazione grafica: cromatica, essenzialmente simbolica
- Contenuto informativo: nazionale, stabilito da I.G.M.

Le due cartografie citate si distinguono pertanto principalmente nei seguenti aspetti:

- diverso sistema di riferimento geodetico
- diverso contenuto informativo.

La questione del **diverso datum** è risolvibile in maniera relativamente semplice ricorren-

do ad una procedura di trasformazione di sistema di riferimento, come quella offerta dal software Verto dell'I.G.M. che, in una recente versione, consente la trasformazione dei dati vettoriali in formato "Shapefile".

L'operazione viene effettuata realizzando dapprima la mosaicatura numerica dei 4 (o 16) elementi (10k/5k) che compongono la sezione 1:25000, quindi, quando necessario, la conversione nel formato .shp e successivamente la trasformazione di Datum tramite il **software Verto2ks**.

Più complessa appare la questione relativa al **contenuto informativo**; infatti, il processo di derivazione della cartografia di base I.G.M. dai geoDati Regionali Numerici necessita di un'attenta analisi delle specifiche generatrici del dato regionale.

Ciò è conseguenza del fatto che i due contenuti informativi non risultano in generale allineati e quindi è necessario definire una mappatura puntuale tra i due tipi di geoDati; tale condizione si manifesta in particolare per alcune classi di oggetti che possiedono una varietà di attributi più ampia nei geoDati IGM rispetto a quelli Regionali (es. viabilità).

In realtà la carta alla scala 1:25000 viene realizzata dal DB25, pertanto i geoDati regionali devono confluire nella struttura e nell'ambiente di lavoro del DB25 medesimo.

In tal modo risulta possibile applicare al dato regionale, strutturato in forma di DB, i criteri di generalizzazione che consentono di pervenire ad una prima formazione del geoDB di destinazione. Questa forma "embrionale" di DB25 viene sottoposta ad operazioni di integrazione, di correzione e di validazione per la formazione del DB25 definitivo e della corrispondente cartografia 1:25000.

Nei punti che seguono si espongono in maggior dettaglio le operazioni sopra accennate.

Importazione dei geoDati

In questa fase si procede all'analisi della struttura, del formato, della codifica e del contenuto informativo dei dati regionali (tali informazioni sono ricavabili dalle relative Specifiche Tecniche).

Tale operazione è finalizzata alla definizione delle corrispondenze di codifica tra le varie classi di oggetti del dato di origine e di destinazione, tenendo conto degli attributi previsti dalle Specifiche Tecniche del DB25.

L'analisi preliminare sui dati geoDRN porta alla formazione di una tabella di corrispondenza tramite l'impiego di un *applicativo sviluppato in proprio che consente l'importazione in modo automatico del dato regionale nel formato .mdb di Geomedia*, già strutturato secondo le specifiche del DB25; in figura 3 un'esemplificazione dell'applicativo nel caso dei geoDati della Regione Toscana.

I dati in formato .mdb vengono sottoposti all'azione di appositi filtri che agiscono sulle geometrie e sugli attributi dei dati regionali con lo scopo di creare le classi di oggetti previste nel DB25 (inclusi, quando esistenti, i relativi attributi).

La formazione di queste nuove classi avviene anche con la conversione preliminare di primitive geometriche, come per esempio nel caso delle "baracche" che, rappresentate nel dato originale come geometrie areali, vengono automaticamente trasformate e importate come geometrie puntuali.

Propedeutica all'operazione di cambiamento di classe o di valore degli attributi, all'interno della classe di appartenenza, è l'individuazione delle situazioni particolari che richiedono il ricorso a dati integrativi.

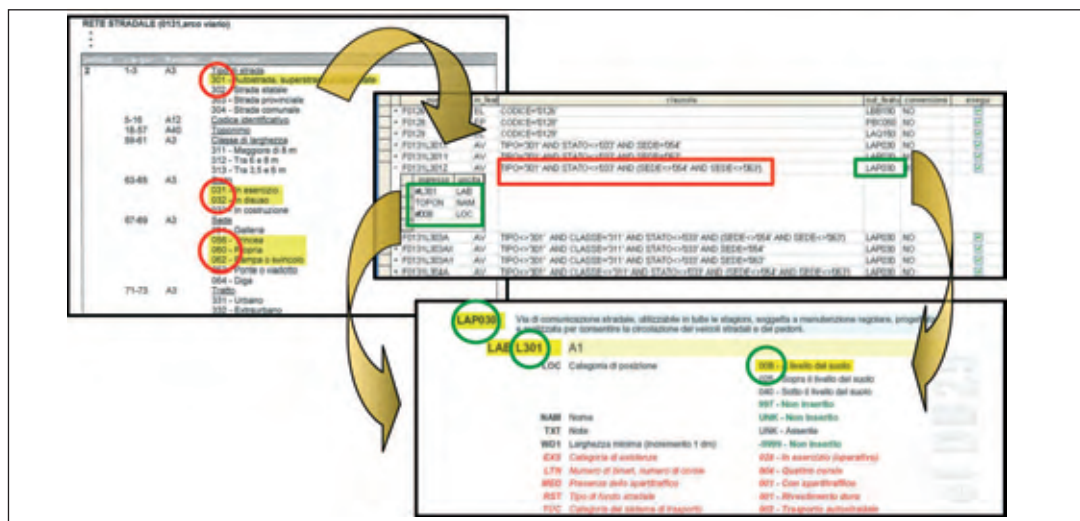


Fig. 2 (tratta da documentazione I.G.M.) - Importazione dei geoDati Regionali nel DB25



Fig.3 (tratta da documentazione I.G.M.)
Ricostruzione degli assi stradali

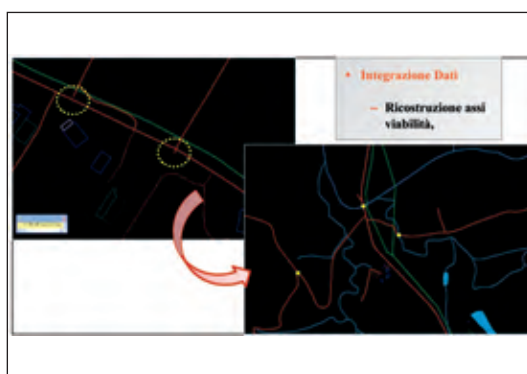


Fig. 4 (tratta da documentazione I.G.M.)
Ricostruzione dei nodi

Il reperimento di tale dati avviene facendo ricorso a fonti informative alternative (ortofoto) o direttamente sul terreno nel corso di un'apposita ricognizione topografica.

Interventi preliminari di generalizzazione

Talvolta sono necessari anche interventi sulle geometrie che risultano preparatori alla generalizzazione vera e propria, come per esempio:

- 1) ricostruzione degli assi di oggetti a prevalente sviluppo longitudinale (es. viabilità)
- 2) ricostruzione della continuità degli elementi lineari che si presentano privi discontinuità (ricostruzione grafo trasporti e idrografia).

In figura 2, 3 esemplificazione grafica delle ricostruzioni di tipo 1) e 2).

Generalizzazione

L'intervento di generalizzazione vera e propria è finalizzato al passaggio definitivo dei dati di origine nel contenuto informativo del DB25.

Molteplici sono le operazioni effettuate, sia su oggetti della stessa tipologia geometrica e semantica sia su oggetti di tipologia differente, come, per esempio, quelle di:

amalgamazione

tipicizzazione

simbolizzazione

Vengono realizzate anche confluenze geometriche del tipo oggetti areali su oggetti lineari, come limiti di bosco spostati dal bordo fino alla confluenza sull'asse stradale, ed estrazioni di superfici relative ad oggetti areali definiti in origine da linee di delimitazione appartenenti anche a classi differen-

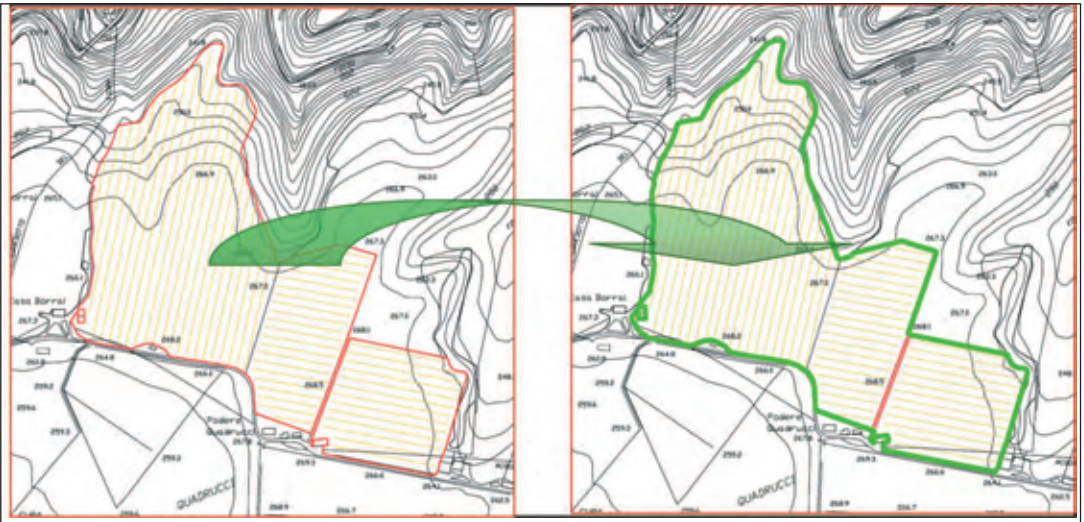


Fig. 5 (tratta da documentazione I.G.M.) - Amalgamazione



Fig. 6 (tratta da documentazione I.G.M.) - Tipicizzazione



Fig. 7 (tratta da documentazione I.G.M.) - Schematizzazione/Simbolizzazione

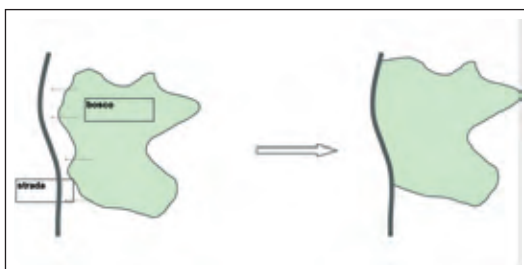


Fig. 8 (tratta da documentazione I.G.M.)
Confluenza Geometrica

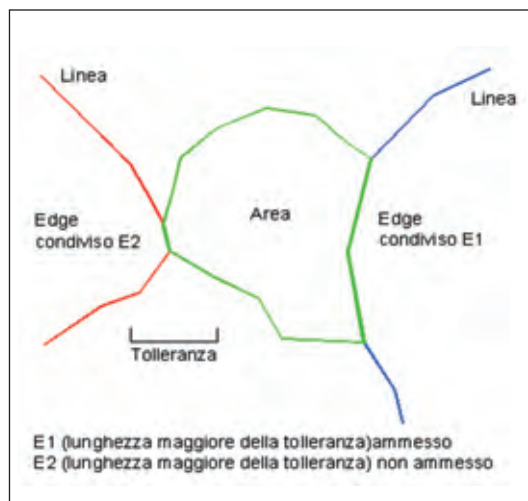


Fig. 9 (tratta da documentazione I.G.M.)
Estrazione di superficie

ti di oggetti topografici. Nelle figure 4, 5, 6, 7, 8 sono esemplificate graficamente le operazioni sopra rammentate.

Integrazioni e controlli finali

La fase finale del lavoro di derivazione consiste nell'effettuazione delle integrazioni dei dati con le risultanze dell'attività di ricognizione sul terreno in modo da conferire al DB25 lo standard di qualità (in termini di completezza e di attendibilità degli attributi) previsto dalle Specifiche I.G.M. Vengono infine effettuati i controlli volti al conseguimento di un geoDB corretto sia dal punto di vista delle congruenze geometriche sia da quello delle relazioni topologiche.

In figura 9 e 10 la prima realizzazione di DB25 e la carta topografica alla scala 1:25000 ottenute per derivazione dai geoDRN del Veneto alla scala 1:10000.

Considerazioni

La procedura di derivazione è realizzata prevalentemente in maniera interattiva anche se sono disponibili software che automatizzano alcune operazioni come quelle di ricostruzione degli assi, di aggregazione, ecc.

Comunque, il processo si rivela tanto più

automatizzabile quanto più la struttura dei dati vettoriali regionali risulta orientata alla logica di sistema informativo piuttosto che a quella CAD cartografica.

Da notare inoltre che gli interventi di aggiornamento (da ortofoto e/o da ricognizione topografica) sono effettuati in due dimensioni, per cui il DB25 tratto da dati regionali risulta 2D+2,5D indipendentemente dalla dimensione geometrica dei dati di origine.

Infine, occorre sottolineare che la metodologia applicata fino ad oggi non è stata standardizzata a causa della eterogeneità, sotto l'aspetto della struttura, delle codifiche, delle specifiche di acquisizione, ecc..., dei geoDati regionali.

Derivazione DB25 da geoDBR

La particolarità della trasformazione geoDBR →DB25 risiede nel diverso modello dei dati dei due geoDB e nella ricerca di un modello condiviso volto all'ottimizzazione del processo di generalizzazione.

L'esperienza "Gattinara"

Il differente modello dei dati rappresenta quindi la problematica principale incontrata nella derivazione del DB25 dal DB10k, relativo al foglio 094130 "Gattinara" della Regione Piemonte, realizzato secondo le specifiche dell'Intesa - Stato, Regioni, Enti Locali. "Gattinara" costituisce la prima esperienza svolta in forma di progetto sperimentale dall'I.G.M.; essa è stata sviluppata secondo due fasi operative che hanno affrontato le problematiche correlate alla differenza strutturale tra le specifiche "Intesa" ed I.G.M.

La **fase 1** ha compreso le seguenti operazioni:

- verifica di rispondenza del geoDBR con le specifiche Intesa
- risoluzione del disallineamento, di classificazione geometrica e semantica, del modello rappresentativo della Regione e dell'I.G.M.

La **fase 2** ha invece interessato operazioni automatiche, semi-automatiche e manuali di generalizzazione dei dati originari.

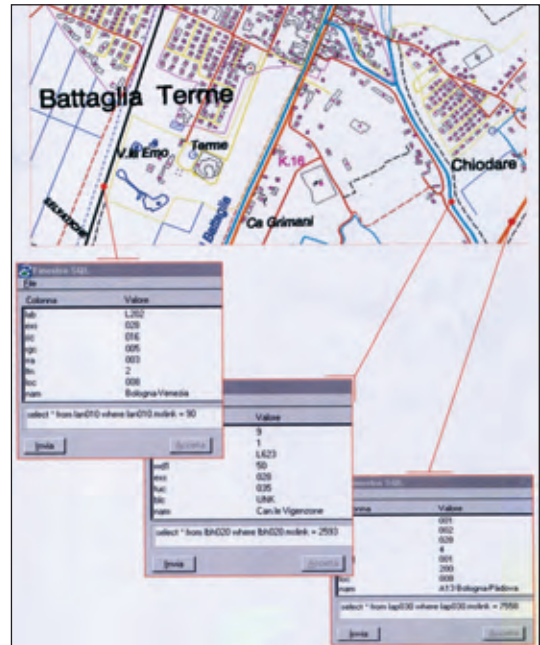


Fig. 10 (tratta da documentazione I.G.M.)
Stralcio del DB25 di "Monselice"



Fig. 11 ((tratta da cartografia Regione Veneto e I.G.M.) -
La derivazione 10k→25k

La **sottofase 1a** ha permesso di evidenziare e risolvere errori grossolani, relativi alla codifica o agli attributi degli oggetti rilevati, verosimilmente attribuibili a carenza di vincoli di controllo nell'immissione dei dati.

La **sottofase 1b** ha invece consentito di risolvere (tramite il già citato applicativo per Geome-dia) immediatamente o di evidenziare, per la risoluzione tramite ortofoto o ricognizione topografica, la carenza di corrispondenza biunivoca ($n \rightarrow m$ o $m \rightarrow n$) tra le classi di oggetti presenti nei due geoDB (Regionale e I.G.M.).

La fase 2, per contro, ha innescato varie operazioni, fra cui merita ricordare:

- **attività automatiche** di collassamento (trasformazione geometrica) e di aggregazione
- **attività semiautomatiche** di semplificazione e di smussamento (squadatura edifici ed interpolazione isoipse)
- **attività interattive** di selezione di punti (quote isolate) e di ricostituzione della continuità areale (eliminazione "doughnut holes").

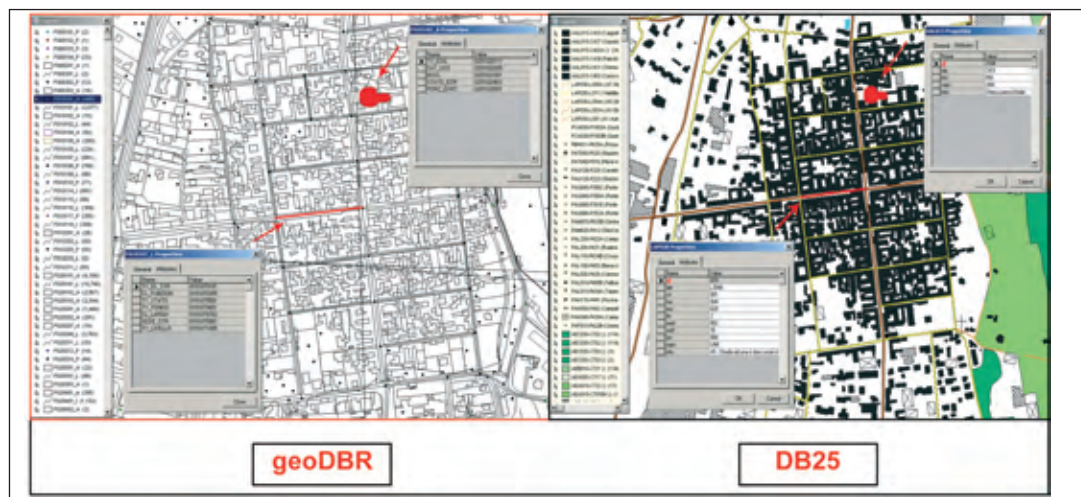


Fig. 12 (tratta da documentazione I.G.M.) - geoDBR e DB25 di "Gattinara" (stralcio)

Il risultato finale di "Gattinara" è costituito dal DB25 in formato .mdb limitatamente al corrispondente elemento cartografico regionale e quindi è privo dell'uscita grafica 1:25000. In figura 11 i stralci dei geoDB10k e del corrispondente DB25 derivato.

Il progetto "CARGEN"

Si tratta dell'attività svolta presso l'Università di Padova per la definizione del modello dei dati geoDB Regione Veneto e delle regole di generalizzazione delle entità del DB5k in entità DB25. L'obiettivo è quello di identificare un processo di generalizzazione replicabile ed il più possibile automatico.

Anche se il modello dei dati del geoDBR è quello adottato dalla Regione Veneto, l'intento è

quello di orientare i risultati della ricerca verso un obiettivo di interesse generale in modo che i risultati medesimi siano utilizzabili, con interventi contenuti, anche da altre Regioni, nonché considerabili in sede di definizione di un eventuale standard nazionale in quanto:

- il modello dei dati del geoDBR è disegnato nel rispetto sostanziale delle indicazioni IntesaGIS
- gli oggetti territoriali del geoDBR sono un sottoinsieme di quelli previsti da IntesaGIS
- le modifiche relative al geoDBR (in pratica aumento dell'informazione) sono effettuate sempre nell'ambito delle indicazioni di IntesaGIS.

Quindi con il geoDBR viene definito un modello dei dati che permette di fissare le specifiche di trasformazione della CTRN in geoDBR.

Il modello dei dati per il DB25 è invece in via di discussione con I.G.M.; è questo il requisito propedeutico indispensabile all'analisi degli interventi di carattere geometrico e semantico e alla definizione di dettaglio delle specifiche di trasformazione.

In sostanza, dal progetto CARGEN emergerebbe la convenienza tecnica di apportare modifiche al modello DB25 originale, tuttavia, pur tenendo conto delle differenze rilevate tra modello regionale e di destinazione e dell'esigenza di ottimizzare il processo di generalizzazione, l'orientamento nei confronti del DB25 risulta di carattere conservativo, in considerazione della connotazione ad ampio spettro informativo del DB topografico dell'I.G.M.

Altre esperienze in corso

Sono rappresentate da intensi rapporti di collaborazione volti al supporto tecnico, da parte I.G.M. (approntamento capitoli e specifiche tecniche), nella conduzione dei lavori di allestimento e di collaudo del DB25 da geoDRN/geoDBR a favore delle Regioni Liguria, Abruzzo, Puglia, Campania,....

Conclusione

Quanto descritto rappresenta la testimonianza della proficua collaborazione e dell'utile dialogo instaurato, a livello di Enti centrali e periferici della pubblica amministrazione, per la risoluzione di problematiche comuni di rappresentazione del territorio.

Come mostrato, molteplici sono gli studi e le esperienze sviluppate a livello istituzioni accademiche, regioni e organi cartografici dello stato volte a conseguire un allineamento il più possibile condiviso di carattere nazionale relativo alle geoinformazioni proprie delle scale di competenza.

Questa è l'indispensabile premessa verso cui si deve tendere, con determinazione e convinzione, in modo che sia possibile applicare procedure il più possibile automatizzate che consentano di convogliare i dati regionali in prodotti I.G.M. innovativi e pienamente integrati con le altre attività nazionali di carattere geoinformativo e di conseguire al tempo stesso una significativa riduzione dei tempi e dei costi di produzione.

Ringraziamenti

Il lavoro è stato realizzato anche grazie alla collaborazione di:

Lino Di Rienzo - Capo 1° Servizio Cartografico

Geremia Giovanale - Capo 1° Sezione Cartografia I:25000

Sergio Panella - Capo 2° Sezione Cartografia I:25000

Andrea Meini - Capo Sezione Cartografia I:50000

Lorenzo Braccesi - Assistente Cartografico
Andrea Chiti - Assistente Cartografico
De Lorenzo Christian - Assistente Cartografico

Bibliografia

- ARTHUR H. ROBINSON & ALTRI (1995), *Elements of cartography*, J. Wiley & Sons
- BIANCHIN A., MARTINUCCI D. (2003), *Generalizzazione cartografica: stato dell'arte*, Atti VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona
- CUÉNIN R. (1972), *Cartographie générale*, Eyrolles, Paris
- Documenti interni I.G.M. sull'esperienza di *Monselice* (2001), Firenze
- Documenti interni I.G.M. sull'esperienza di *Gattinara* (2008), Firenze
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (2004), Collezione dei Testi Tecnici, *Norme e segni convenzionali per la realizzazione dei fogli della Carta d'Italia alla scala 1:50000*, Firenze
- Specifiche I.G.M. di derivazione del DB25 da geoDRN (2009), Firenze
- UNIVERSITÀ DI PADOVA (2007), *Secondo rapporto Progetto CARGEN: proposte per il modello dei dati del DB25*, Padova