



**Studio sull'integrazione di basi cartografiche
numeriche diverse per provenienza e scala in
un'unica architettura di sistema informativo
territoriale**

Relazione Sintetica



INDICE

| | |
|--|-----------|
| INDICE..... | 2 |
| INTRODUZIONE | 4 |
| 1 COM'È TRATTATO IL PROBLEMA IN BIBLIOGRAFIA | 5 |
| 1.1 Ricerche attraverso search engines e siti specifici..... | 5 |
| 1.2 Riviste | 7 |
| 1.3 Atti di Convegni..... | 7 |
| 2 I PROBLEMI CHE DERIVANO DALLA MANCANZA DI CONGRUENZA GEOMETRICA | 10 |
| 2.1 Analisi visiva..... | 10 |
| 2.2 Analisi numerica..... | 11 |
| 3 LE SOLUZIONI ADOTTATE PRECEDENTEMENTE DALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DELLA PROVINCIA DI MILANO | 15 |
| 3.1 Analisi delle metodologie utilizzate..... | 15 |
| 3.1.1 Metodo utilizzato per le Aree a Rischio Industriale..... | 15 |
| 3.1.2 Metodo utilizzato per i Centri Storici..... | 16 |
| 3.1.3 Metodo utilizzato per le Aree degradate e soggette ad interventi di Indagine/Bonifica ambientale | 18 |
| 3.2 Considerazioni sulle metodologie utilizzate | 21 |
| 4 LE SOLUZIONI ADOTTATE IN QUESTO STUDIO | 23 |
| 4.1 Meccanismo del confronto fra linee..... | 24 |
| 4.1.1 Strumenti Interattivi Standard | 24 |
| 4.1.2 Strumenti Interattivi “ad hoc” | 26 |
| 4.1.3 Strumenti Procedurali..... | 26 |
| 4.2 Meccanismo dell’area di scarto..... | 32 |
| 4.2.1 Strumenti Interattivi Standard | 33 |
| 4.2.2 Strumenti Interattivi “ad hoc” | 34 |
| 4.2.3 Strumenti Procedurali..... | 35 |
| 4.3 Confronto fra le metodologie | 35 |
| 4.4 Approccio a priori o a posteriori? | 38 |
| 4.5 La Schiacciata..... | 41 |
| 4.5.1 Modalità di creazione e diverse tipologie di Schiacciata | 41 |



| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.5.2 | Modalità di creazione della Schiacciata per l'editing del Miparp | 53 |
| 5 | VALUTAZIONE AUTOMATICA DELLA CONGRUENZA DI UN DATO | 54 |
| 5.1 | Congruenza Geometrica | 54 |
| 5.1.1 | Statistiche sui vertici | 54 |
| 5.1.2 | Statistiche sui poligoni | 56 |
| 5.1.3 | Risultati delle statistiche su vertici e poligoni ottenuti sul Miparp | 59 |
| 5.2 | Congruenza Semantica | 61 |
| 6 | CONCLUSIONI | 65 |
| 6.1 | Problemi riscontrati sui dati dell'Ufficio Pianificazione Territoriale..... | 65 |
| 6.2 | Metodologia Generale | 66 |
| 6.2.1 | Metodologia generale per la cartografia da acquisire..... | 67 |
| 6.2.2 | Metodologia generale per la cartografia acquisita..... | 68 |
| 6.3 | Considerazioni finali | 69 |



INTRODUZIONE

Il presente è il terzo documento in ordine cronologico dello studio riguardante l'integrazione di basi cartografiche diverse, per provenienza e scala, in un'unica architettura di Sistema Informativo Territoriale.

Questo documento è una Relazione Sintetica che riassume esperienze e soluzioni prospettate, analizzate e riversate nei documenti Relazione Generale e Relazione Tecnica che l'hanno preceduta nell'arco di due anni.

Alla luce di nuove esperienze la presente Relazione Sintetica non è però solamente un riassunto delle due suddette altre relazioni ma comprende nuove soluzioni, derivate dal continuo studio dell'argomento.

La Relazione Sintetica è stata impostata nella seguente maniera:

- bibliografia
- congruenza: si descrivono i problemi a cui può portare la mancanza di congruenza fra dati geografici
- soluzioni adottate precedentemente allo studio: alcune delle soluzioni adottate al momento dall'Ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano
- soluzioni proposte nello studio: è il capitolo basilare che espone le metodologie da adottare per evitare i problemi di congruenza fra i dati geografici
- come valutare la congruenza fra i dati: vengono esposti alcuni principi e vengono proposte delle procedure per misurare la qualità, in termini di congruenza, di un dato
- conclusioni: vengono riportate le considerazioni conclusive sul lavoro svolto.

Il progetto dell'integrazione delle basi cartografiche ha previsto, oltre alla redazione di parti teoriche, anche la realizzazione di una parte applicativa in cui è stato reso congruente, secondo le metodologie adottate nella parte teorica, lo strato informativo del MIPARP (Mosaico Informatizzato dei Piani delle Aree Regionali Protette), scelto insieme all'Ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano, con la base di riferimento geografica (C.T.R. 10.000 vettoriale).

Al presente documento si accompagna anche un Manuale Operativo in cui sono stati riportati per gli ambienti ArcView3 e Arc/Info7, adottati all'interno di questo progetto, alcune procedure e metodologie operative.



1 COM'È TRATTATO IL PROBLEMA IN BIBLIOGRAFIA

In questo capitolo si espongono i risultati delle ricerche bibliografiche svolte durante tutta la durata del progetto.

1.1 Ricerche attraverso search engines e siti specifici

Le nostre ricerche effettuate su Internet non hanno avuto esiti molto positivi. L'unica traccia su *integrazione e consistenza* di dati GIS, riguarda l'integrazione in un unico geo-dataset di dati acquisiti in ambienti diversi (quindi con formato e struttura differenti) e con estensioni areali contigue¹. Anche se i problemi che una tale operazione comporta sono simili, le indicazioni molto generali contenute nella documentazione reperita non sono state d'aiuto.

Di seguito vengono fornite le parole chiave utilizzate per la ricerca (in inglese nei siti anglosassoni), i motori di ricerca adoperati ed i siti visitati.

Siti specialistici:

AIPA - Sono state fatte ricerche nel sito www.aipa.it, con parole chiave “congruenza, consistenza, dati geografici, Database, Geo dataset, GIS, Integrazioni” e sono stati trovati alcuni documenti di cui inseriamo i riferimenti, sottolineando che non riguardano direttamente gli argomenti di questa relazione:

[http://www.aipa.it/attivita\[2/progettiintersettoriali\[10/sit\[3/sct/sctpanorama.asp](http://www.aipa.it/attivita[2/progettiintersettoriali[10/sit[3/sct/sctpanorama.asp), relazione che descrive il progetto intersettoriale dei Sistemi Informativi Territoriali
[http://www.aipa.it/attivita\[2/progettiintersettoriali\[10/catasto\[2/index.asp](http://www.aipa.it/attivita[2/progettiintersettoriali[10/catasto[2/index.asp), relazione che descrive il Progetto evolutivo del sistema d'Interscambio Catasto-Comuni.

EPA - Le ricerche effettuate nel sito <http://www.epa.gov/>, con le parole chiave “Congruence, consistency, geographic data, GIS” hanno portato ad un documento che riporta le pubblicazioni del seminario: “National Conference on Environmental Problem-Solving with Geographic Information Systems”, September 21-23, 1994 Cincinnati, Ohio
<http://www.epa.gov/ordntrnt/ORD/WebPubs/gis.pdf>. In questo seminario è stato affrontato il problema della qualità di un dato geografico: “Data Quality Issues Affecting GIS Use for Environmental Problem-Solving” Carol B. Griffin Henry's Fork Foundation,

¹ Nel sito USGS (United States Geological Survey) <http://www.nwrc.usgs.gov/> c'è la documentazione generale di un progetto di integrazione di basi dati idrologici (wetlands) di varie contee da formati diversi in un unico strato informativo.



Island Park, Idaho. Anche questa pubblicazione non contiene informazioni inerenti l'argomento di questa relazione.

Effettuando ricerche con Google (<http://www.google.com/>):

con le parole chiave: “Congruenza dati geografici” è stato trovato il sito http://gis.upitel.it/html/dtm_spec_cart.html, “specifiche tecniche dell’Intesa Stato-Regioni-Enti Locali sui Sistemi Informativi Geografici”, ma non è un documento inerente l'argomento della relazione, dato che descrive in modo particolareggiato gli standard CEN e quello ISO di metainformazione.

con le parole chiave: “Consistenza dati geografici vettoriali” è stato trovato nuovamente il riferimento al sito di AIPA [http://www.aipa.it/attivita\[2\]/progettiintersettoriali\[10\]/catasto\[2\]/index.asp](http://www.aipa.it/attivita[2]/progettiintersettoriali[10]/catasto[2]/index.asp), relazione che descrive il Progetto evolutivo del sistema d’Interscambio Catasto-Comuni. Questo documento come specificato precedentemente non è inerente l'argomento della relazione.

con le parole chiave: “Congruence geographic data” sono stati trovati riferimenti a Siti che descrivono la Metainformazione dei dati geografici:

<http://www.computer.org/conferences/meta96/frondorf/ieemeta.html> “Development of a Metadata Content Standard for Biological Resource Data: National Biological Information Infrastructure Draft Metadata Standard”

<http://www.fgdc.gov/standards/documents/proposals/biimeta.html> “Proposal to FGDC Standards Working Group”.

con le parole chiave: “Consistency geographic data” sono stati trovati riferimenti al Sito che descrive la Metainformazione dei dati geografici secondo lo standard FGDC:

http://www.fgdc.gov/funding/urbanlogic_exsum.pdf “Federal Geographic Data Committee Federal Geographic Data Committee February 10, 2000”

con le parole chiave: “Error Accuracy Precision” è stato trovato il seguente sito: <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error.html> in cui la parte “Error, Accuracy, and Precision”, può essere considerato un buon documento sull’accuratezza, precisione ed errore dei dati geografici *by Kenneth E. Foote and Donald J. Huebner, Department of Geography, University of Texas at Austin, 1995*

Effettuando ricerche con Altavista (<http://www.altavista.com/>):

con le parole chiave: “Congruenza dati geografici”, “Consistenza dati geografici vettoriali”, “Congruence geographic data” e con “Consistency geographic data”, il risultato è stato meno soddisfacente di quello ottenuto con Google e sono stati trovati gli



stessi riferimenti descritti per Google, soprattutto i riferimenti alla metainformazione, in particolare allo standard FGDC, DIGEST, ISO, come per Google.

Effettuando ricerche con Yahoo (<http://www.yahoo.com/>):
abbiamo ottenuto gli stessi blandi risultati del motore AltaVista

Effettuando ricerche con Excite (<http://www.excite.com/>):
con le parole chiave: “Congruenza dati geografici”, “Consistenza dati geografici vettoriali” e “Consistency geographic data”, il risultato è stato meno soddisfacente di quello ottenuto con Google e sono stati trovati gli stessi riferimenti descritti per Google, soprattutto i riferimenti alla metainformazione, in particolare allo standard FGDC, DIGEST, ISO, come per Google, invece con le parole chiave: “Congruence geographic data” il risultato è stato meno soddisfacente di quello ottenuto con Google.

Effettuando ricerche con Virgilio (<http://www.virgilio.it/>): sono stati trovati gli stessi risultati ottenuti con Google, perché Virgilio effettua ricerche nella rete attraverso Google

Effettuando ricerche con Arianna (<http://www.arianna.it/>):
con le parole chiave: “Congruenza dati geografici”, “Consistenza dati geografici vettoriali”, “Congruence geographic data” e “Consistency geographic data” il risultato è stato meno soddisfacente di quello ottenuto con Google.

1.2 Riviste

Sono stati consultati senza successo vari numeri delle ultime annate delle seguenti riviste specializzate:

Geoinformatica, Geographical Information Science, Geo Europe (ex GIS Europe) e MondoGis

1.3 Atti di Convegni

Sono stati esaminati gli atti dei congressi annuali AM/FM, dal 1992 al 1996, e quelli dei congressi ASITA, dal 1997 al 2001, senza trovare trattazioni specifiche del problema.



Da domanda posta su varie mailing lists di utenti e sviluppatori GIS (ArcView-L, ESRI-L, GIS-L, ...) ci sono stati forniti i seguenti riferimenti bibliografici:

- **Chrisman, N.R., Dougenik, J.A., and White, D.**, (1992): *Lessons for the Design of Polygon Overlay Processing from the Odyssey Whirlpool Algorithm*. In: Proceedings, 5th International Symposium on Spatial Data Handling, Bresnahan, P., Corwin, E., and Cowen, D. (eds), Charleston, SC, August 3-7, pp. 401-410. http://faculty.washington.edu/chrisman/G465/WHIRL_SDH.pdf
- **Harvey, F.** (1994). *Defining unmoveable nodes/segments as part of vector overlay: The alignment overlay*. In T. C. Waugh & R. C. Healey (Eds.), *Advances in GIS Research* (Vol. 1, pp. 159-176). London: Taylor and Francis.
- **Harvey, F., & Vauglin, F.** (1996). *Geometric match processing: Applying Multiple Tolerances*. In M. J. Krack & M. Molenaar (Eds.), *Advances in GIS Research. Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling* (Vol. 1, pp. 155-171). London: Taylor & Francis. Harvey.
- **Harvey, F., & Vauglin, F.** (1997, 7-10 April 1997). *No Fuzzy Creep! A clustering algorithm for controlling arbitrary node movement*. Paper presented at the AutoCarto 13, Seattle.
- **Harvey, F., Vauglin, F., & Bel Hadj Ali, A.** (1998, 12-15 July 1998). *Geometric Matching of Areas. Comparison Measures and Association Links*. Paper presented at the SDH '98, Vancouver, BC.

Non è stato possibile reperire tutti gli articoli, ma si è verificato che il livello della trattazione è molto basso e teorico, indipendente dall'ambiente di implementazione. Si affronta soprattutto il problema della *clusterizzazione* (frazionamento) delle aree negli overlay di dati poligonali incongruenti. Si stabiliscono i principi per evitare, nello snap su più strati, che la somma delle traslazioni di snap successivi vada al di fuori delle tolleranze stabilite; il criterio principale è quello di fissare in qualche modo nodi e vertici inamovibili.

Nota:

All'inizio del progetto era stato posto sotto esame il formato dati geografico TIGRIS di Intergraph che, sulla carta, prevedeva relazioni topologiche tra più strati informativi e che quindi poteva risultare adatto per problematiche riguardanti la congruenza fra i dati geografici.

La sua definizione e struttura può essere trovata sulle seguenti pagine:

http://edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/glossary/s_t,

<http://www.sli.unimelb.edu.au/research/publications/IPW/Hesse93ATKIS.htm>, che descrive il progetto The Authoritative Topographic-Cartographic Information System (ATKIS)



Nel sito <http://citeseer.nj.nec.com/context/58259/0> sono stati trovati riferimenti bibliografici a: J.R. Herring. *TIGRIS: a data model for an object-oriented geographic information system*. Computers and Geosciences, 18(4):443-452, 1992.

TIGRIS è allo stato attuale un formato abbandonato da Intergraph, proprio a causa della complessità della gestione che una struttura topologica simile avrebbe comportato.



2 I PROBLEMI CHE DERIVANO DALLA MANCANZA DI CONGRUENZA GEOMETRICA

L'attivazione di un SIT (Sistema Informativo Territoriale) è un'operazione che comprende attività di tipo tecnico e di tipo organizzativo.

La mancanza di congruenza fra le basi cartografiche in possesso di una Pubblica Amministrazione non ha quindi solamente un aspetto tecnico ma comporta anche conseguenze a livello organizzativo.

E' vero infatti che, passato il momento pionieristico delle prime analisi visive e qualitative, si sente oggi la necessità di un uso quantitativo delle informazioni disponibili. Nonostante la tecnologia sia abbastanza matura, le esperienze di analisi quantitative sono relativamente rare.

E' attraverso soprattutto funzionalità di Overlay che vengono effettuate le analisi quantitative sui dati GIS, analisi che perdono di significato se i dati geografici non sono fra loro congruenti.

Un dato, ed in particolare un dato GIS, deve essere visto come un patrimonio da salvaguardare e da rendere efficiente da parte della Pubblica Amministrazione, patrimonio che viene svilito se il dato non è corretto o coerente con altri.

Creare quindi una metodologia di integrazione di congruenza di banche dati permette alla Pubblica Amministrazione di poter confrontare innanzitutto i dati all'interno di un settore per poi confrontarli con quelli di diversi settori sia dello stesso Ente che di Enti diversi.

Da un punto di vista prettamente tecnico, se non vengono eseguite verifiche di congruenza di vario tipo, la mancanza di congruenza fra strati informativi porta alla presenza di un dato che definiamo genericamente "sporco". L'imperfezione presente nel dato va confrontata con l'uso che si fa del dato stesso.

2.1 Analisi visiva

Se il dato deve essere analizzato unicamente in modo visivo, l'incoerenza tra due basi va rapportata alla scala del dato; infatti l'analisi visiva può essere correttamente



attuata solo a scale minori o uguali di quella nominale. In questo caso il problema è analogo a quello della cartografia disegnata dove l'imperfezione del dato si nasconde nello spessore del tratto.

Supponiamo di avere due basi numeriche a scala diversa (p.e. una base 1:10.000 e una 1:25.000), ciascuna di buona qualità geometrica, ovvero con tratti all'interno delle tolleranze geometriche nominali. Supponiamo ancora di sovrapporre tali basi e di rappresentare il risultato ad una scala minore o uguale alla scala della base con minore risoluzione, nel nostro caso alla scala 1:25.000 o peggiore. Teoricamente la sovrapposizione appare perfetta ad un'analisi visiva, le due basi sono di fatto coerenti e nessun problema sorge dalla loro sovrapposizione.

L'esperienza insegna però che questo accade di rado: anche se sono nominalmente soddisfatte tutte le condizioni citate, problemi vari dovuti alla triangolazione, alla costruzione della base, alle caratteristiche della ripresa, alla digitalizzazione o ad altro rendono una sovrapposizione coerente solo se si opera una significativa riduzione di scala rispetto a quella nominale.

2.2 Analisi numerica

L'integrazione di basi diverse in modo numerico, a differenza di un approccio visivo, pone problemi legati al diverso concetto di scala nella cartografia e in un sistema numerico.

Di fatto la scala, non esprime soltanto il rapporto tra una dimensione sulla carta e la stessa dimensione nel mondo reale; essa esprime anche un "errore" associato alla misura di rilevamento del dato. Tale informazione diventa "hardware" sulla carta, in quanto si nasconde nello spessore del tratto, ma così non accade nel trattamento numerico del dato, dove lo spessore di una linea è per definizione infinitesimo. Pertanto una certa distanza tra due linee che esprimono lo stesso oggetto è tollerabile nella cartografia disegnata se essa è inferiore allo spessore del tratto, ma non lo è mai in un sistema numerico. In un sistema numerico, se due linee esprimono lo stesso oggetto, devono assumere valori numerici identici, nei limiti dell'aritmetica "discreta" degli elaboratori.

I problemi derivanti da questa situazione, nota anche col detto che la scala di un sistema numerico è una scala 1:1, sono sostanzialmente di incoerenza dell'informazione.



Avremo ad esempio aree teoricamente adiacenti che non sono esattamente adiacenti, linee che esprimono entità diverse ma coincidenti le quali invece coincidenti non sono, e così via. Alcune contraddizioni che derivano ad esempio dal caso delle aree adiacenti sono che:

- le due aree sono parzialmente sovrapposte;
- esistono dei buchi tra le due aree;
- un punto vicino al bordo di separazione può appartenere a nessuna o ad ambedue le aree;
- la lunghezza del tratto di una linea che attraversa il bordo di separazione di due aree può essere calcolata due volte (una volta per un'area, una volta per l'altra area) se il bordo tra le due aree si sovrappone;
- ecc.

Si tratta, come si vede, di incoerenze che nascono da un'analisi quantitativa dei dati, mentre non creano problemi nel caso di un approccio visivo. Ed è proprio l'analisi quantitativa, momento di maturazione nell'uso della tecnologia GIS, che rende necessario un processo di imposizione di congruenza nei dati. Questo processo non sarebbe necessario se i software GIS riuscissero a gestire l'errore associato all'informazione; se così fosse essi sarebbero capaci di nascondere le imperfezioni non significative nello stesso modo usato dalla cartografia disegnata che usa un tratto di spessore finito. Purtroppo gli strumenti attuali non hanno questa capacità e occorre pertanto ricorrere a criteri di imposizione di congruenza portando il nostro dato, peraltro solo in termini formali, a scala 1:1.

Le incoerenze sono inevitabili quando le basi sono il risultato di acquisizioni realizzate in momenti diversi, con strumenti di diversa tecnologia, diverse procedure ed operatori con esperienze differenti. In alcuni casi i mosaici tra fogli diversi della stessa base evidenziano che operatori diversi hanno lavorato con un diverso modello logico, che si è tradotto in differenti interpretazioni (v. figura 2.1).

Tuttavia, anche se si lavorasse in condizioni perfette, il fatto che lo strumento informatico abbia una capacità risolutiva superiore a quella dell'operatore causerebbe il sorgere di incoerenze come quelle descritte.



Figura 2.1: esempio di diversa interpretazione nella perimetrazione delle aree MIPARP.

Qui di seguito riportiamo alcuni stralci presi dai documenti on-line di Kenneth E. Foote e Donald J. Huebner, del Department of Geography, University of Texas at Austin:

la propagazione dell'errore avviene quando un errore, verificato su un dato è conseguenza di un errore che era su un altro dato.

Per esempio se un punto di controllo per la digitalizzazione di una mappa è stato mal rilevato in uno strato informativo che viene usato per "registrare" un altro strato, quest'ultimo avrà lo stesso errore proveniente dal primo. In questo modo un singolo errore può replicarsi da un'altra parte e diffondersi così fino a danneggiare i dati all'interno di un intero archivio GIS...

...Spesso la propagazione dell'errore avviene in maniera additiva quando strati informativi, di provenienza e accuratezza diversa, vengono sovrapposti...



...L'effetto di errore a cascata è difficile da prevedere. Può essere di tipo additivo o moltiplicativo e dipende da come i vari elementi informativi vengono combinati fra loro, cosa che è possibile verificare solo caso per caso.



3 LE SOLUZIONI ADOTTATE PRECEDENTEMENTE DALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DELLA PROVINCIA DI MILANO

3.1 Analisi delle metodologie utilizzate

Nei seguenti paragrafi vengono analizzate le procedure documentateci per l'imposizione della congruenza su basi cartografiche esistenti o in corso di acquisizione sperimentate presso l'Ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano.

3.1.1 Metodo utilizzato per le Aree a Rischio Industriale

Nome della copertura: ARI_MI - Aree a Rischio Industriale

Dato originale: ari_mi.dbf; originalmente la regione Lombardia ha proceduto ad una acquisizione puntuale delle industrie a rischio, mentre sia per l'ufficio Rischio Industriale che per l'ufficio di Pianificazione Territoriale l'informazione rilevante riguarda l'area di pertinenza delle industrie a rischio.

Descrizione: contiene le aree corrispondenti alle locazioni delle industrie a rischio come censite dalla Regione Lombardia, Ufficio Prevenzione Rischio Industriale ai sensi della L. 137/97.

Criterio d'acquisizione: rilevamento sul campo di quasi la totalità delle industrie a rischio della Provincia. E' stato rilevato l'ingresso principale delle industrie che non sempre corrispondevano al civico (coincidendo a volte ad un passo carrabile ed altro indirizzo). La base cartografica utilizzata per l'acquisizione è stata la C.T.R. raster con def. 300 dpi sulla quale sono state riportate le coordinate Gauss-Boaga dei punti individuati. Le Aree a Rischio Industriale, sono state digitalizzate a video tenendo come sfondo la C.T.R. 1994 in formato raster ed un livello unico costruito dagli archi di tutti i poligoni della C.T.R. 1994 vettoriale.

Scala di riferimento: 1:10.000

Tematismo della CTR1994 vector vincolante: UR_CTR (Urbanizzato), CO_CTR (Confini Comunali)

Metodo di integrazione adoperato: sequenza di operazioni di Snap: nodo su nodo, arco su nodo, arco su arco con le coperture UR_CTR e CO_CTR, rispettando questo ordine sia per le features che per le coperture di snap.

Considerazioni: la procedura di SNAP funziona in alcuni casi; molte situazioni che non vengono corrette dalla procedura, poiché fuori dalle tolleranze, si presentano come degli errori di acquisizione, richiedendo una verifica delle minute e successivamente l'intervento manuale dell'operatore.

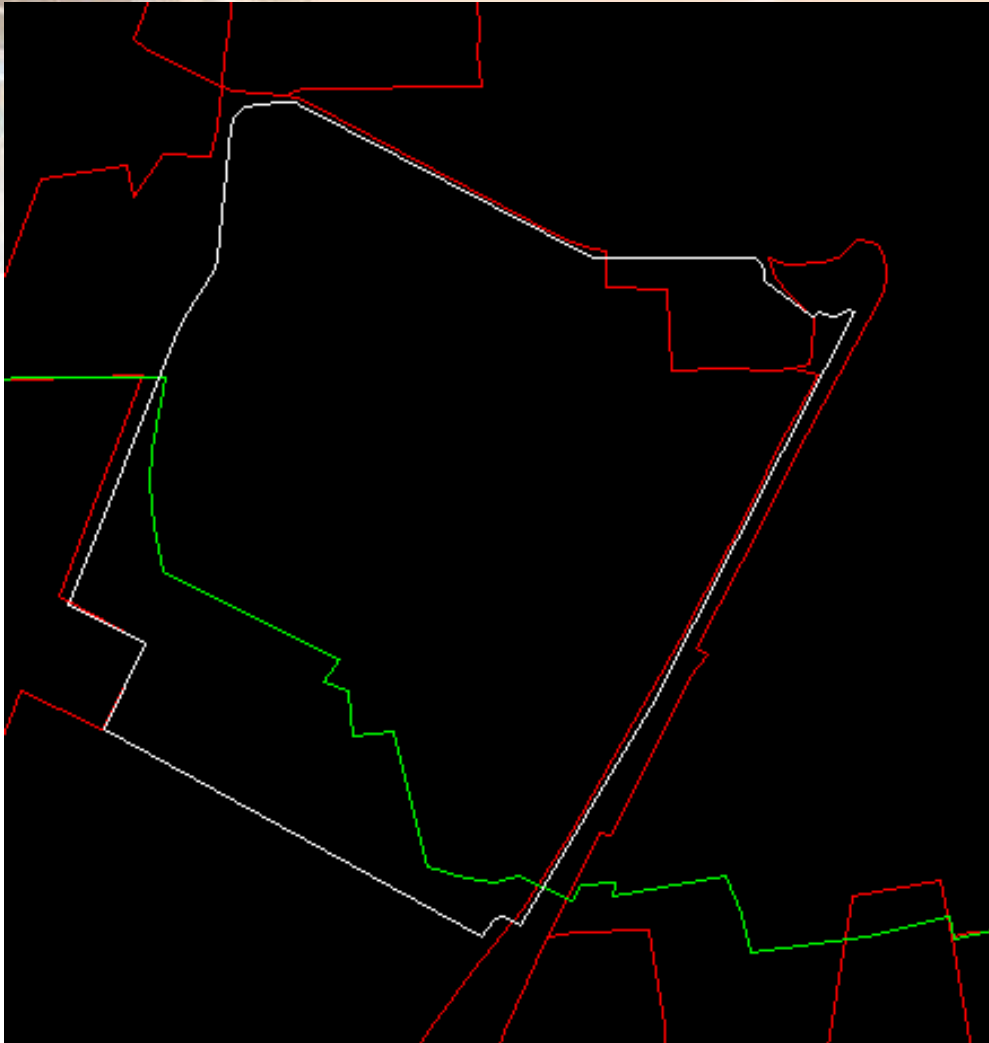


Fig. 3.1: esempi di incongruenze della cover ari_mi (bianco) rispetto a ur_ctr (rosso) e co_ctr (verde).

3.1.2 Metodo utilizzato per i Centri Storici

Nome della copertura: CS_PTC - Centri Storici per Piano Territoriale di Coordinamento

Dato originale: c_storici.dxf

Descrizione: contiene i perimetri dei centri storici come da tavoletta IGM 1930-40, secondo le indicazioni del Piano Territoriale Paesistico Regionale

Criterio d'acquisizione: la perimetrazione è stata ottenuta dettagliando discrezionalmente i perimetri dei centri storici in scala 1:10.000, a partire dalla scala delle tavolette IGM in scala 1:25.000.

Scala di riferimento: 1:10.000

Tematismo della CTR1994 vector vincolante: CO_CTR



Metodo di integrazione adoperato: è stato realizzato uno snap nodo su nodo e arco su arco tra la copertura cs_ptc e la co_ctr (Confini Comunali), utilizzando i comandi snapenvironment e move di Arc/Info in ambiente ArcEdit.

Considerazioni: La procedura funziona per alcune situazioni, mentre per altre si rileva completamente inefficiente. Infatti, nella figura 3.2, possiamo identificare delle incongruenze che in prima battuta sembrano degli errori geometrici poiché la distanza tra i confini della cs_ptc e la co_ctr sono maggiori delle tolleranze stabilite (abbiamo riscontrato sia 22,5 m. che 6,5 m.).

Il problema principale risiede nella metodologia adoperata per la derivazione di questo tematismo, ottenuto reinterprestando le tavolette IGM a scala 1:25.000, di cui si richiede, in successiva battuta, la sua congruenza sia geometrica che topologica con i confini comunali presenti nella CTR 1994.

Questi problemi di incongruenza vengono rilevati principalmente perché nella definizione dei criteri d'acquisizione della cs_ptc non si è tenuto conto della co_ctr ovvero non sono stati definiti gli opportuni vincoli di congruenza per gli elementi che dovevano essere acquisiti. Il vincolo che le aree della cs_ptc devono essere limitate dal confine comunale della co_ctr si traduce nel richiedere la congruenza geometrico/topologica con la copertura della CTR 1994. E' necessario quindi definire in modo esplicito questo vincolo.

Possiamo osservare che un primo passo fondamentale nella definizione della metodologia di derivazione è quella di definire a priori tutti i vincoli che il nuovo dato deve rispettare.



Fig. 3.2: esempi di incongruenze della cover cs_mi (bianco) rispetto a co_ctr (rosso).

3.1.3 Metodo utilizzato per le Aree degradate e soggette ad interventi di Indagine/Bonifica ambientale

Nome della copertura: AIB_MI - Aree soggette ad Indagine e Bonifica.

Dato originale: Minute per la digitalizzazione; queste minute sono fornite principalmente dal Comune di Milano per il proprio territorio, mentre per il resto della Provincia dovrebbero essere state fornite dall'Ufficio Bonifiche.

Descrizione: contiene i perimetri delle aree degradate e soggette ad interventi di indagine/bonifica ambientale. Oggi AIB indipendentemente da proprietà o tipo di contaminazione, viene identificata in funzione del processo unitario di indagine o bonifica avviato su di essa.

Criterio d'acquisizione: Per ciascuna AIB è stato digitalizzato il perimetro (in ambiente MapInfo 4.0). La digitalizzazione è avvenuta tenendo come base il layer creato con tutti i tematismi poligonal della CTR 1994 vettoriale, oltre alla CTR 1994 raster (definizione 300 dpi).

Scala di riferimento: 1:10.000



Tematismo della CTR1994 vector vincolante: Tutti i tematismi della CTR 1994 vettoriale.

Metodo di integrazione adoperato:

1. snap su CTR 1994 vettoriale per mezzo della procedura *snap_su_ctr_94.aml* in ambiente Arcedit di Arc/Info. Questa procedura effettua uno snap automatico sulla C.T.R. 1994 vettoriale (nodo su arco) al di sotto dei 5 m (errore di graficismo);
2. Per eliminare il problema derivato dall'utilizzo del comando IDENTITY di Arc/Info della mancata sovrapposizione/verifica dei poligoni della coverage originale (AIB_MI) al di fuori del proprio perimetro (per i 5 m - errore di graficismo), viene creato una buffer di 5 m attorno al perimetro di ciascun AIB;
3. Sulla copertura ampliata dalla buffer, vengono effettuate una serie di overlay tra la copertura ottenuta dalla buffer e le seguenti coperture di tipo poligonale della CTR 1994 vettoriale: DC_CTR, EA_CTR, UR_CTR, AA_CTR, NU_CTR, CO_CTR. Questo è realizzato per verificare la congruenza accidentale con alcuni tematismi della CTR 1994 vettoriale.
4. Creazione di una copertura, da quella ottenuta al punto 3, alla quale viene tolta la buffer di 5 m inizialmente aggiunta. Questa copertura viene usata per eliminare i poligoni della copertura del passo 3 che si sovrappongono ai poligoni di questa nuova copertura.
5. Rimozione degli attributi non significativi ed aggiunta di un attributo alla parte poligonale della copertura, che assumerà i valori 1 = controllato e 0 = da controllare. Questo perché si prevede un indagine per la correzione della coverage.

Considerazioni: la procedura è molto complessa e non permette di ottenere i risultati desiderati; alla fine prevede una ispezione diretta di tutti i poligoni per la loro correzione.

Analizzando la procedura, il primo problema si presenta nella realizzazione dello snap con tutti gli elementi della CTR 1994 in maniera automatica, nel seguito (figure 3.3 e 3.4) riportiamo la situazione prima e dopo lo snap su un'area campione.

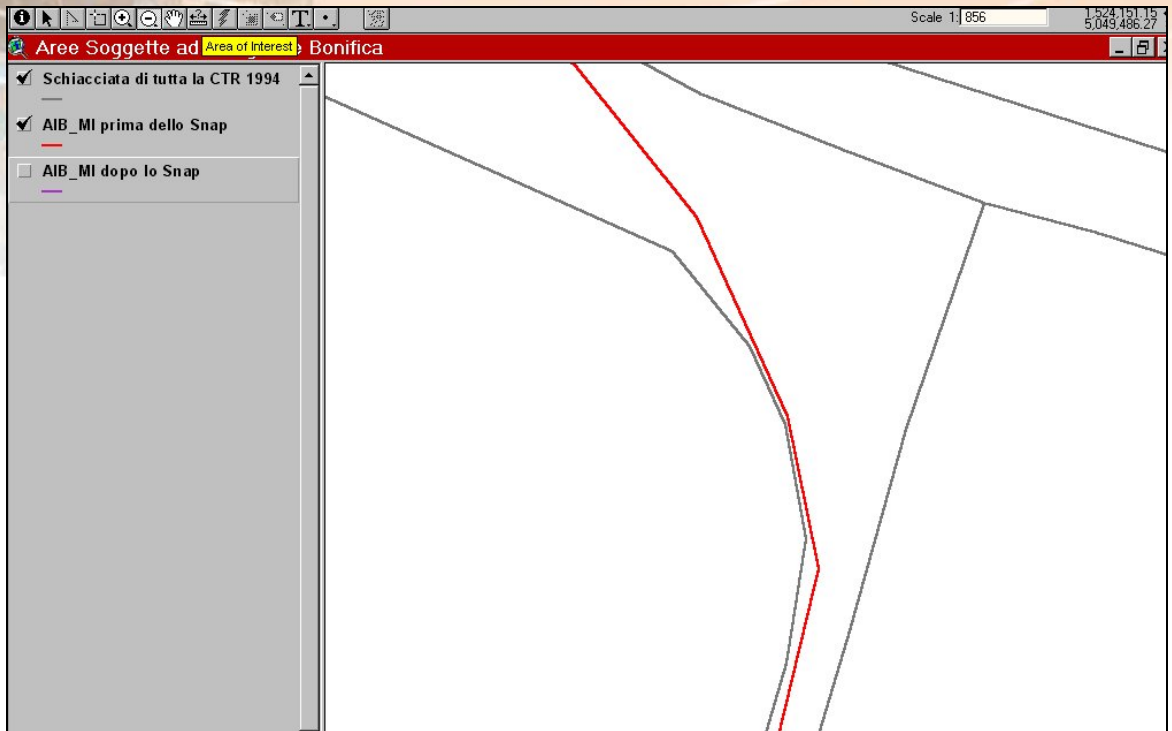


Fig. 3.3: Situazione prima dello Snap.

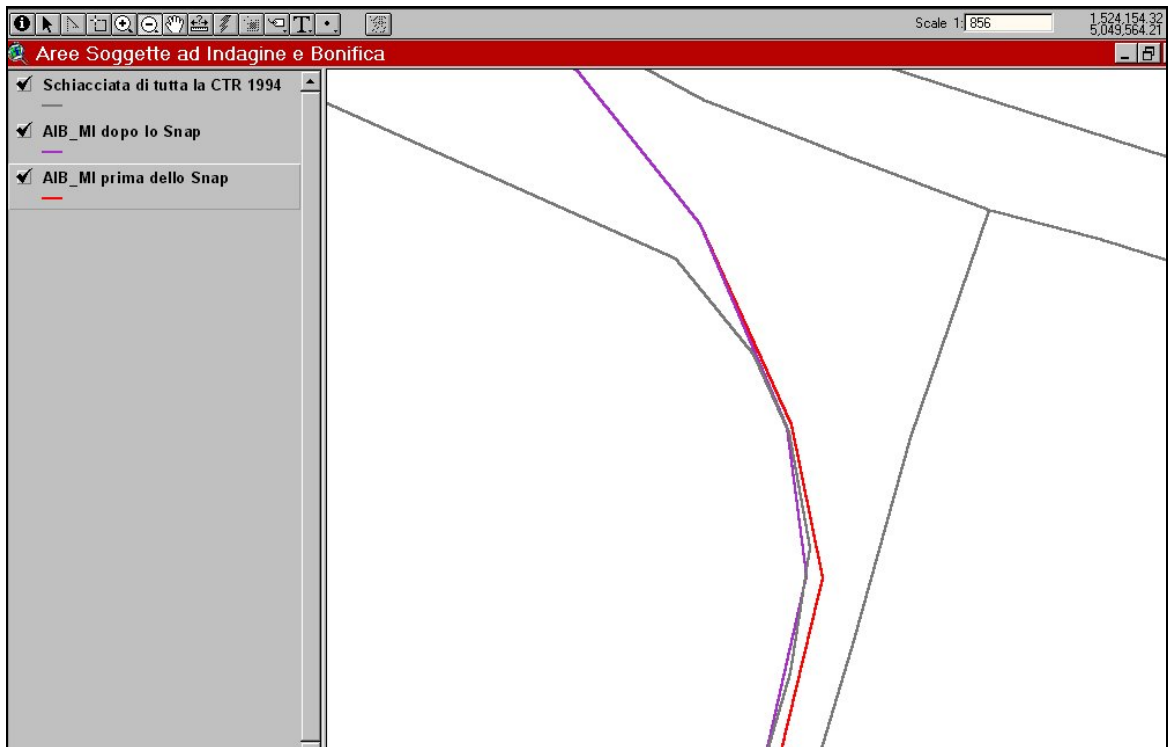


Fig.3.4: Situazione dopo lo Snap.



3.2 Considerazioni sulle metodologie utilizzate

Sono stati sopra riportati solo tre esempi, scelti opportunamente fra i numerosi analizzati, per creare una minima casistica fra i vari metodi di acquisizione o integrazione adottati all'interno dell'Ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano.

I tre esempi riportano tre diversi atteggiamenti per risolvere il problema dell'integrazione:

- nel primo caso, in cui si acquisiva un dato ex-novo, sono state disegnate in un primo momento delle aree, utilizzando come sfondo tutta la CTR vettoriale senza avere adottato un qualsiasi criterio di congruenza. In un secondo momento si è provato a “forzare” questa situazione con degli SNAP automatici su elementi scelti della CTR vettoriale; il risultato è stato quello di dover intervenire di nuovo manualmente sui dati.
- nel secondo caso alcuni SNAP sono stati impostati correttamente prima di acquisire il dato, ma non sono stati predefiniti i criteri di acquisizione, ovvero i vincoli di congruenza necessari; il risultato è stato quello di ottenere un dato abbastanza congruente ma con elementi sbagliati;
- nel terzo caso, per una congruenza effettuata a posteriori, ovvero con un dato da modificare e non da acquisire ex-novo, è stata approntata una complessa procedura per l'automatica correzione del dato, utilizzando buffer e overlay su elementi diversi della CTR vettoriale. La procedura alla fine non corregge automaticamente il dato ma individua una serie di situazioni di possibile non congruenza, situazioni da dover verificare poi manualmente.

Alla luce di queste esperienze si riportano alcune considerazioni generali:

- il problema della congruenza va distinto su due aspetti diversi: l'aspetto disciplinare e quello tecnologico.
 - l'aspetto disciplinare, ovvero sapere con sicurezza a quale strato informativo sia giusto o meno appoggiare un certo dato, è quello più importante ed è quello sul quale non è possibile approntare alcun tipo di procedura e, senza il quale, qualunque tipo di procedura non è sufficiente: bisogna quindi, prima di approntare una correzione o una digitalizzazione di un dato, essere certi sui dati ai quali appoggiarsi;



- per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, all'ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano si è insistito molto su procedure per automatizzare al massimo il processo di correzione di un dato: è giusto da un lato cercare di dare questa impronta, cosa che è stata anche tentata all'interno di questo progetto, perché le correzioni o acquisizioni manuali sono molto dispendiose in termini di tempo e molto impegnative in termini di risorse; non è possibile d'altro canto cercare di risolvere tutti i problemi di congruenza con procedure automatiche: si vedrà chiaramente, con la lettura del presente documento, che, su alcuni dati ed in certe situazioni, le procedure automatiche peggiorano il dato di partenza invece di essere di ausilio alla sua correzione.



4 LE SOLUZIONI ADOTTATE IN QUESTO STUDIO

Il problema della congruenza, sia che si tratti di congruenza topologica che di congruenza puramente geometrica, può essere classificato in funzione della primitiva geometrica che viene trattata.

Poiché le primitive geometriche sono il Punto, la Linea e l'Area, abbiamo, eliminando una serie di situazioni non realistiche, i seguenti casi:

Punto: un Punto X può richiedere congruenza con

P1: Un altro Punto: il Punto X deve coincidere con un altro oggetto puntuale già esistente

P2: Una Linea: il Punto X deve essere appoggiato ad un altro oggetto lineare esistente

Linea: una Linea Y può richiedere congruenza con

L1: Una Linea: la Linea Y deve essere appoggiato in tutto o in parte ad un altro oggetto lineare esistente

L2: Un'area: la Linea Y deve essere appoggiata in tutto o in parte al bordo di un oggetto areale esistente

Area: un'Area A può richiedere congruenza con

A1: Una Linea: l'Area A (o meglio il suo perimetro) deve essere appoggiato in tutto o in parte ad un altro oggetto lineare esistente

A2: Un'area: l'Area A deve essere appoggiata in tutto o in parte al bordo di un oggetto areale esistente

Escludendo il caso dei punti, che non presenta particolari difficoltà concettuali, i casi citati possono, da un punto di vista tecnico, essere sintetizzati in:

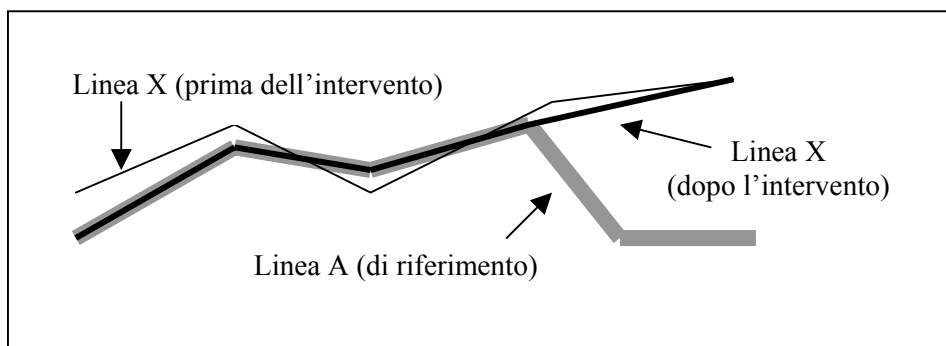
- Meccanismo del confronto tra linee
- Meccanismo dell'area di scarto

I due meccanismi descritti sono molto simili in termini di processo in quanto ambedue richiedono che venga verificata una condizione geometrica e una tematica; sono

invece abbastanza diversi da un punto di vista geometrico. Anche la loro implementazione è molto diversa in quanto, una volta identificati gli aspetti tematici, il meccanismo del confronto tra linee opera in modo tipicamente geometrico (l'operatore classico è lo "snap"), mentre il meccanismo dell'area di scarto opera su primitive areali e sulla loro combinazione e aggregazione (l'operatore classico è "merge" o "dissolve").

4.1 Meccanismo del confronto fra linee

Il meccanismo del confronto tra due linee si basa sulla presenza di una linea A (linea di riferimento) e di una linea X (linea da rendere congruente). L'obiettivo è quello



di decidere se e per quale parte la linea X deve assumere la geometria della linea A.

La decisione "se" la linea X debba assumere la geometria della linea A dipende da considerazioni di tipo geometrico (vicinanza tra le due linee) e semantico (ragionevolezza dell'identità geometrica tra le due linee basata sul significato delle features all'interno del Data Base); la decisione "per quale parte" della sua estensione la linea X debba assumere la geometria della linea A dipende soltanto da considerazioni geometriche.

La metodologia del confronto fra linee può essere sfruttata sia per creazione o correzione di dati lineari che per creazione o correzione di dati poligonali.

4.1.1 Strumenti Interattivi Standard

La metodologia di approccio lineare con strumenti standard interattivi (manuali quindi) prevede principalmente l'utilizzo di funzioni di Snap, di taglio archi e di conseguente copia di "spezzate" di archi di strati lineari o areali.

Questa metodologia infatti si può applicare non solo a dati di tipo lineare ma anche a dati di tipo poligonale.



Vediamo come affrontare in maniera standard questa metodologia con l'ausilio di ArcView3 o di Arc/Info7.

ArcView3:

ArcView3 è un software che nasce con poche e limitate funzionalità di editing: ha uno SNAP molto semplice e non ha funzioni di copia elementi tra uno strato e l'altro né ha controllo topologico sui dati: opera infatti su formato Shapefile che è senza topologia e che non può contenere più di una feature (punto, linea o poligono) alla volta.

Per questo motivo non può essere ritenuto, con le sue sole funzionalità di base, uno strumento idoneo per operazioni quali l'editing di un dato con funzionalità complesse.

Arc/Info7:

Arc/Info nella sua versione 7.x è molto diverso da ArcView: è un ambiente GIS con potenzialità elevatissime ma soffre di modalità di interazione poco moderne:

- ci si può interfacciare con Arc/Info7 tramite l'ambiente ArcTools: è un ambiente ad icone, poco standard e chiuso rispetto ai parametri odierni e che ha sempre sofferto di poca replicabilità fra le varie versioni di Arc/Info, essendo cambiato spesso nel tempo;
- l'altra interfaccia utente è quella base e avviene tramite digitazione su un "prompt" di comandi. Questo modo di base di operare è sempre stato standard all'interno di Arc/Info fin dalla sua nascita, è quello più usato ma è anche faticoso per chi si avvicina allo strumento per la prima volta.

A parte le considerazioni sull'interfaccia utente, Arc/Info7.x è effettivamente molto potente e completo: dispone di molte funzioni di base e di un semplice linguaggio di programmazione procedurale (AML, Arc Macro Language) col quale è possibile realizzare procedure efficaci ma lente (è un macro linguaggio interpretato e non compilato).

Quindi Arc/Info è potenzialmente uno strumento adatto per la correzione di un dato: ha tutte le funzioni di copia fra i diversi strati informativi, di spezzamento degli archi, di ricostruzione della topologia anche se non è facile trovare fra le varie possibilità quella metodologicamente giusta: più che un operatore grafico è necessario disporre di un esperto di Arc/Info il che può richiedere, per una persona alle prime armi, tempi molto lunghi di apprendimento.



4.1.2 *Strumenti Interattivi “ad hoc”*

Sono stati creati degli strumenti “ad hoc” per superare i limiti, appena descritti, che ArcView3 (in termini di funzionalità) e Arc/Info7 (in termini di interfaccia) possiedono.

ArcView3:

E' stata creata un'estensione di ArcView3 (Editing Tools) che consente in maniera rapida di effettuare Snap ad elementi geografici diversi, di ritagliare e sostituire tratti di bordo poligonale o tratti lineari con elementi della cartografia di riferimento.

(rif. [Manuale Editing Tools](#))

Arc/Info7:

In Arc/Info, come già detto, esistono le funzionalità di base per ritagliare linee e per sostituirle con altri elementi della cartografia di riferimento, nonché meccanismi di Snap ad altri strati geografici.

Per superare il limite di interfaccia, tipico di Arc/Info7, sono stati creati con AML dei menù con funzionalità predisposte; fra queste funzionalità esistono ovviamente il taglio di archi e la sostituzione di elementi spezzati.

(Vedi esempio in [Manuale Operativo pag. 35](#))

4.1.3 *Strumenti Procedurali*

Il tentativo che è stato fatto, alla luce anche delle esperienze adottate precedentemente dalla Provincia di Milano, è stato quello di automatizzare il più possibile il processo di correzione di uno strato informativo per renderlo congruente alla base di riferimento implementando funzionalità con il meccanismo di confronto tra linee.

Tale meccanismo può essere implementato in più modi: un modo è quello di utilizzare lo Snap con una tolleranza preimpostata, un altro modo è quello di utilizzare una “buffer”, ovvero un'area di rispetto, intorno ad una linea e far collassare su di essa tutto quello che si trova all'interno della stessa zona di rispetto. Da un punto di vista teorico le due soluzioni si equivalgono, anche se vengono realizzate in maniera differente; nel tentativo di automatizzare il più possibile il processo è stato ritenuto più utile e semplice implementare il meccanismo di confronto tra linee tramite lo Snap in quanto questo presenta, rispetto all'altra tecnica, una flessibilità e una velocità molto maggiore.



Il comando SNAP è usato sia all'interno di ArcView3 che all'interno di Arc/Info, anche se in modalità molto diverse.

ArcView3:

In ArcView3 lo SNAP è molto limitato: può essere usato solo all'interno dello stesso strato informativo, in maniera interattiva, per un solo elemento alla volta.

Un approccio ad una correzione di un dato geografico solamente con l'uso dello SNAP di ArcView3 è sicuramente molto lento, faticoso e di basso livello. Inoltre lo SNAP di ArcView3 si applica solo ad elementi che devono essere ancora disegnati, non con quelli già inseriti: uno SNAP procedurale con strumenti standard ArcView non è quindi possibile.

Arc/Info7:

Molto più articolato è lo SNAP in Arc/Info7: non consta di un solo comando ma di un vero e proprio ambiente di lavoro (SNAPENVIRONMENT) e di una serie di comandi da usare opportunamente (SNAPFEATURES, SNAPCOVERAGE, SNAPPING, SNAP).

L'ambiente di SNAP può essere gestito contemporaneamente con più strati informativi a cui fare l'aggancio ed ai quali è possibile dare un ordine gerarchico.

E' possibile eseguire il comando SNAP per più di un elemento selezionato: in teoria se l'ambiente di SNAP è impostato correttamente, selezionando in un colpo solo tutti gli elementi di uno strato informativo, si dovrebbe ottenere automaticamente la congruenza con gli strati della base di riferimento.

In pratica vedremo come non sia così e che usare uno SNAP in maniera automatica comporta più l'aggiunta di nuovi errori che la risoluzione dei problemi.

Prove di SNAP procedurali con Arc/Info:

Nei nostri tentativi di integrare i dati del MIPARP alla CTR94 vector con comandi automatizzabili in procedure, sono stati provati diversi snap generali (automatici quindi) con diversi approcci ed impostazioni. Non avendo a disposizione delle specifiche che permettessero di stabilire un ordine gerarchico degli strati della CTR94 a cui appoggiarsi, si è optato di realizzare un unico strato di confronto che riportasse tutti e soli gli strati CTR necessari per lo snap. Questi provengono, nella gran parte dei casi, da una combinazione geometrica di una serie di strati informativi che si possono immaginare "schiacciati" uno sull'altro, fino a generare uno strato unico, la cosiddetta *schiacciata* (per maggiori dettagli sulla Schiacciata vedere paragrafo 4.5).



Dato che non è stato possibile sfruttare la potenzialità dell'ordine gerarchico la scelta dei comandi snapenvironment e snapcoverage era equivalente per cui la prima prova è stata fatta utilizzando il comando snapenvironment scegliendo tra le opzioni arco su vertice con 5 m di tolleranza. Il risultato è la coverage 'miparpota1' (v. fig. 4.1).

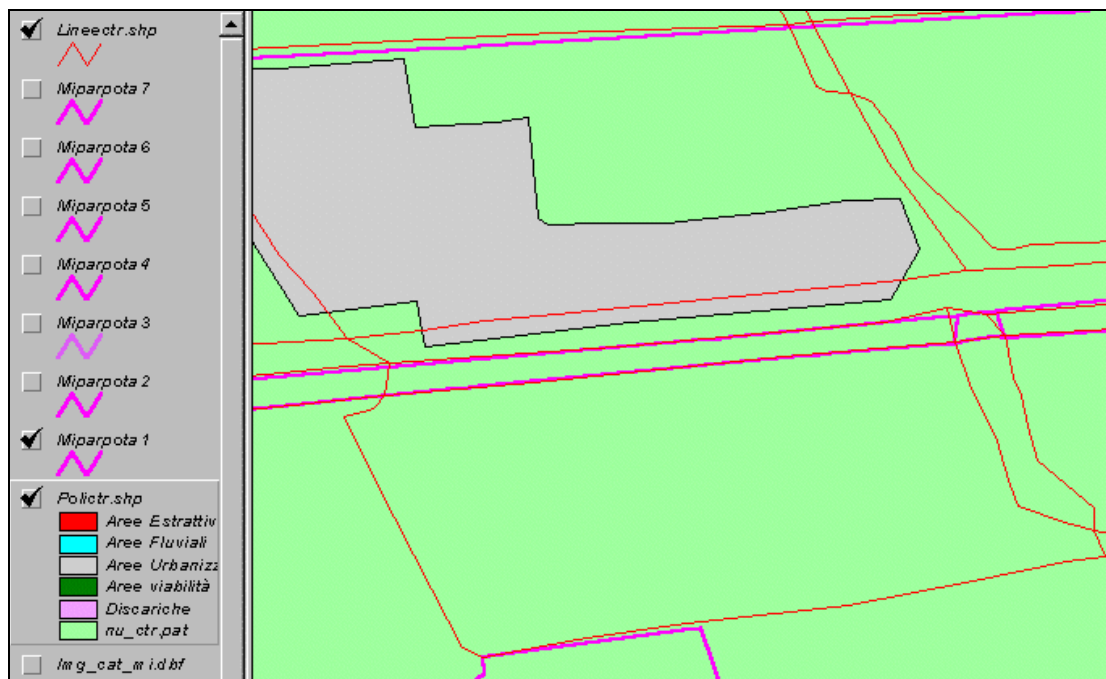
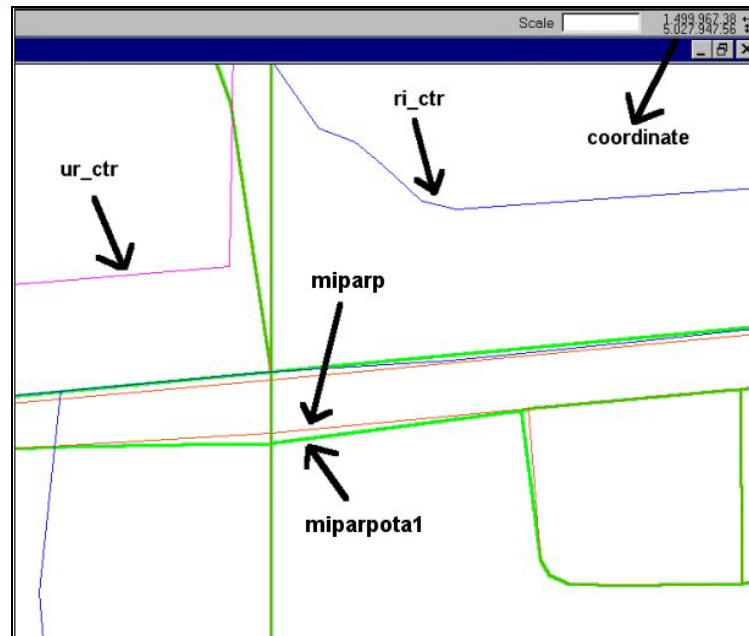


Fig 4.1: Archi di miparpota1.



La seconda prova è stata fatta utilizzando il comando snapenvironment scegliendo tra le opzioni arco su arco con 5 m di tolleranza. Il risultato è la coverage 'miparpota2' (v. fig. 4.2).

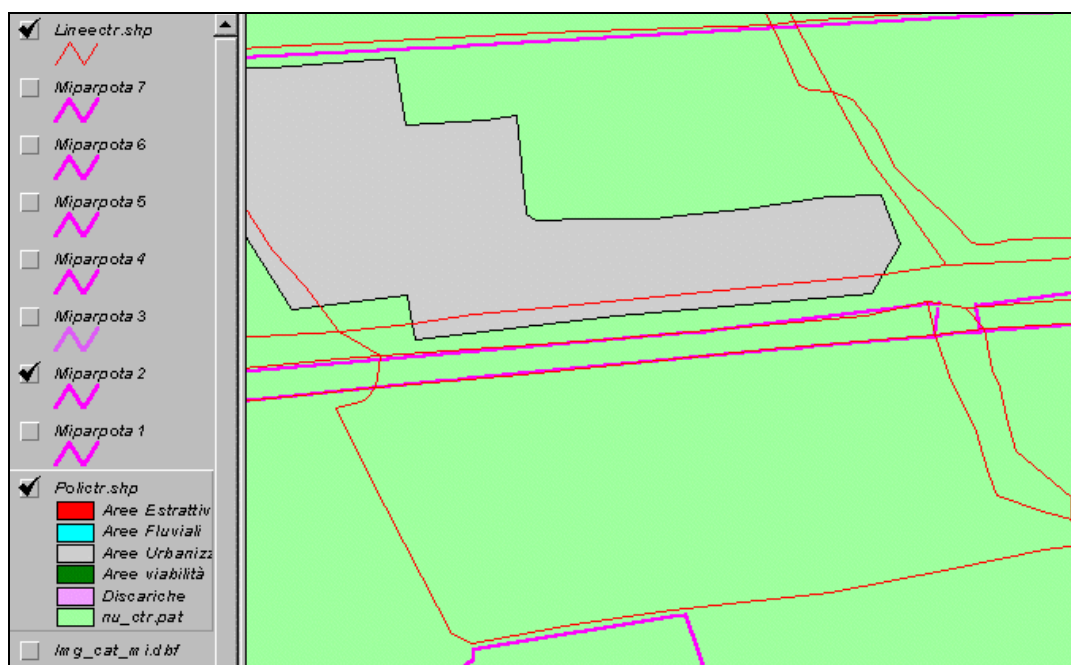
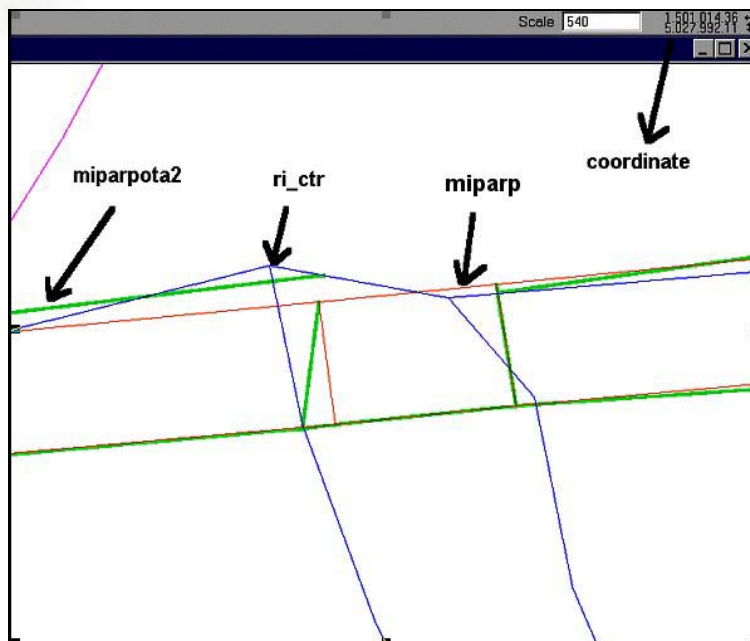


Fig 4.2: Archi di miparpota2.



Come si può vedere nella figura 4.2, è più efficace lo snap *arco su vertice* che sembra contenere l'apertura dei perimetri dei poligoni.

In tutti e 2 i casi sembra necessario operare un *densify* per avere più vertici sia nell'arco da agganciare, che in quelli di confronto. I vertici in esubero possono essere ridotti in seguito con un GENERALIZE.

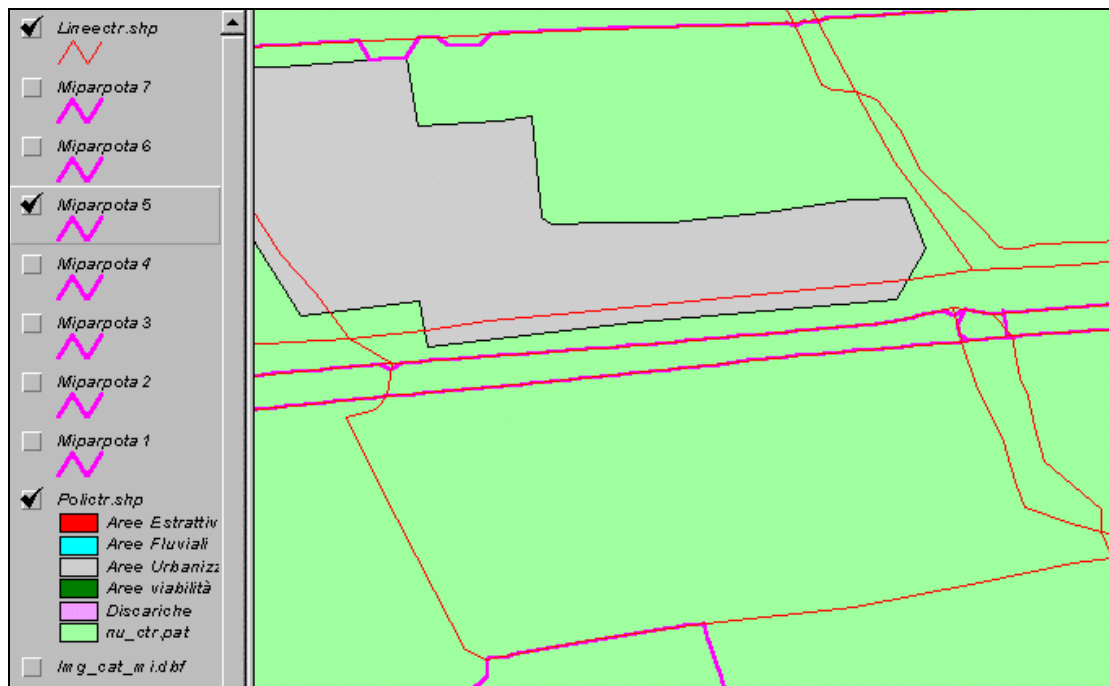
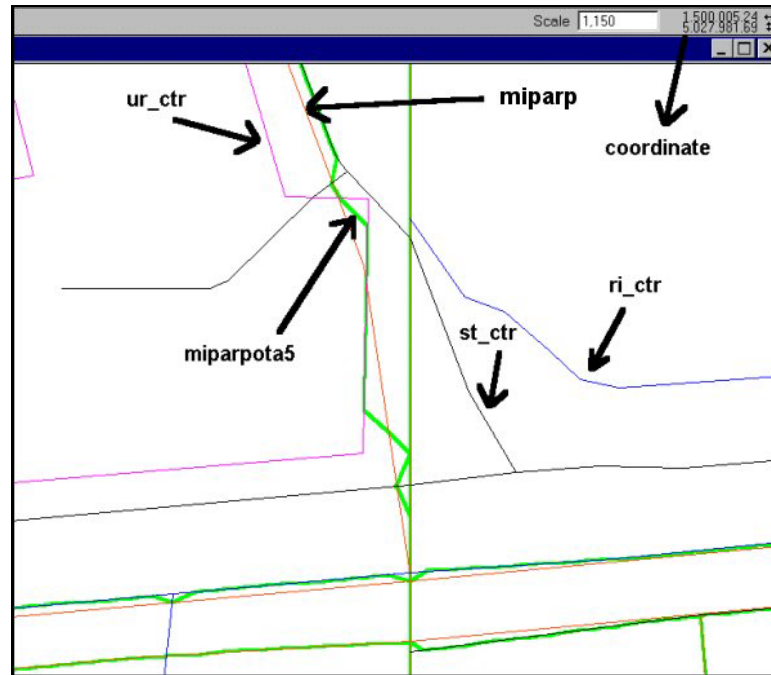


Fig 4.3: Archi di miparpota5.



La terza prova è stata fatta eseguendo prima un densifyarc a 5 metri sugli archi di miparpota (in modo da aumentare il numero di vertici per ogni arco) e poi uno snap utilizzando il comando snapenvironment con 5 m di tolleranza e con opzione arco su vertice. Il risultato è la coverage 'miparpota5' (v. fig. 4.3).

Dopo aver eseguito queste ed altre prove, si deduce che:

- le coverages di Arc/Info definiscono il poligono attraverso gli archi che lo costituiscono. Lo snap può essere eseguito solo a partire dai dati lineari; ciò vuol dire che, dopo aver effettuato uno SNAP automatico è necessario ricostruire la topologia poligonale con una BUILD. Come spiacevole risultato ci troviamo di fronte a elementi poligonali che non sono più chiusi o che sono sovrapposti e che perciò sono da ricorreggere manualmente;
- in presenza di regole e vincoli noti la separazione delle cover nello snapenvironment potrebbe aiutare a distinguere la congruenza con i vari strati della CTR94;
- la presenza di molti archi molto vicini fra loro nello strato di confronto crea andamenti a zig-zag in molti archi nello strato da agganciare.

Usando lo snap ai vertici abbiamo ritenuto che un aumento dei vertici per lo strato d'aggancio, avrebbe potuto eliminare qualche problema (come suggerito dalla ESRI del manuale di Arc/Info). La teoria ci dice che in questo modo vengono aumentate le possibilità di matching per lo strato da modificare. Eseguendo una prova (comando Densifyarc sulla schiacciata) abbiamo invece notato come il problema, in alcuni casi, invece di risolversi si aggrava.

Il risultato principale di queste ed altre prove, è che non sembra possibile automatizzare l'imposizione di congruenza per una generica base di dati sulla base topografica di riferimento utilizzata. Ogni tentativo eseguito ha portato a risultati deludenti e spesso peggiori della situazione di partenza.

4.2 Meccanismo dell'area di scarto

Il meccanismo dell'area di scarto si basa sul confronto tra un'area X (area da rendere congruente) e uno strato di elementi (quasi sempre areali) provenienti dalla base di riferimento.

L'intersezione tra l'area X e lo strato può produrre una serie di poligoni noti come "sliver poligon" o aree di scarto (poligono X'), di caratteristiche geometriche particolari (vedi figura 4.4).

Sempre con riferimento alla figura 4.4, la decisione da prendere riguarda il poligono X', se cioè esso va considerato come costituente il poligono X o se deve essere semplicemente eliminato:

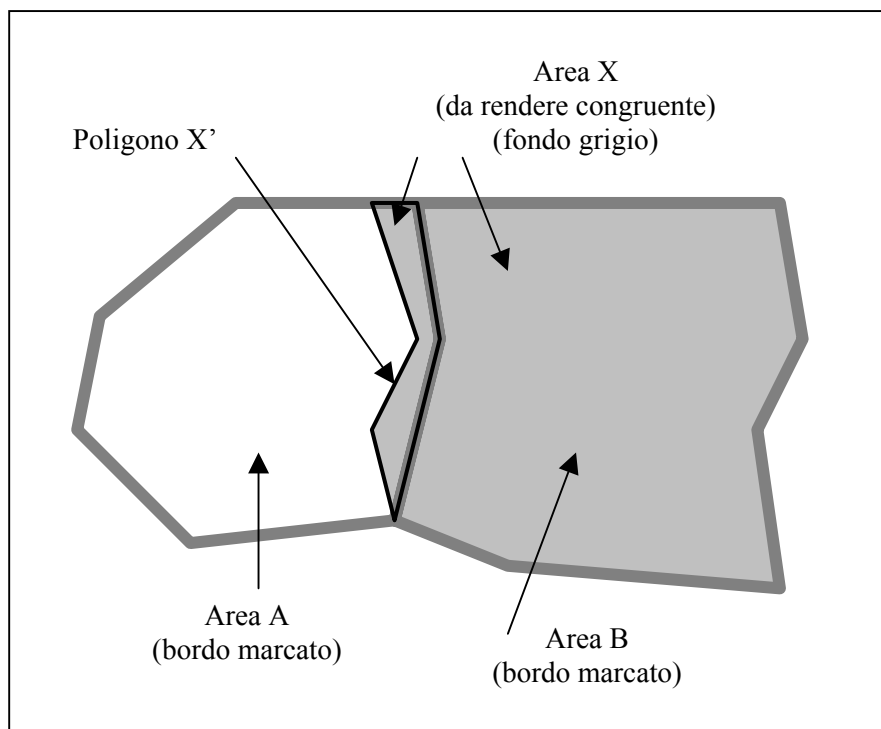


Figura 4.4: meccanismo dell'area di scarto

- se esso è di dimensioni relativamente grandi (cioè non può essere considerato uno sliver poligon) la sua presenza non viene messa in dubbio;
- se invece esso è geometricamente uno sliver poligon, l'imposizione di congruenza rende indispensabile la sua eliminazione se è ragionevole, sulla



base del significato tematico dell'area X e dello strato, che il bordo sinistro del poligono X coincide con l'arco che separa i due poligoni.

In generale, questa metodologia può anche essere adottata in caso di creazione ex-novo di un dato: in questo caso non ci sarà da effettuare un confronto fra un'area e la base di riferimento per decidere se questa sia congruente o meno, ma ci sarà unicamente, quando possibile, da prendere la base di riferimento e accorpate fra loro gli elementi areali per costituire il nuovo poligono.

Da un punto di vista metodologico questo approccio prevede perciò la sovrapposizione fra strati diversi della base di riferimento per creare uno strato informativo che deve poi essere editato; la sessione di editing procede tipicamente tramite selezione e accorpamento delle aree.

E' interessante notare come questo tipo di metodologia non cambi sia se si deve creare un dato ex-novo sia se si deve modificare il dato: infatti nel primo caso la sovrapposizione avverrà solo fra gli strati che costituiscono la base di riferimento, nel secondo caso a questi verrà aggiunto anche lo strato da modificare: la procedura che si adotta in seguito è uguale per entrambi questi strati.

4.2.1 *Strumenti Interattivi Standard*

Sia in ArcView3 che in Arc/Info7 è possibile, con funzioni e modalità diverse utilizzare questa metodologia con gli strumenti base.

Vediamo qui di seguito come:

ArcView3:

A partire da ArcView 3.1 è possibile disporre di due operatori di sovrapposizione dei dati (Union e Intersect) presenti all'interno dell'estensione Geoprocessing. A questi due comandi, leggermente differenti fra loro per quanto riguarda l'estensione geografica del dato di output, ne può essere aggiunto un terzo (Identity) se si utilizza l'estensione Xtools, estensione che non viene fornita con la versione standard di ArcView dalla ESRI ma che si trova in versione "free" sulla rete sul sito dell'Oregon Department of Forestry americano.



Una volta sovrapposti gli opportuni strati informativi si può procedere interattivamente con la selezione delle aree dello strato ottenuto ed il conseguente accorpamento tramite il comando “Union features”.

Uno dei problemi noti che si possono riscontrare in ArcView è quello di non distinguere bene un elemento selezionato quando lo strato informativo è in editing: questo aspetto può comportare conseguenze fastidiose perché l’utente può facilmente confondersi e accorpare fra loro elementi diversi da quelli voluti (esiste sempre il comando UNDO per tornare indietro).

Un limite più importante di ArcView in versione base riguarda la parte tabellare: non esiste infatti alcuno strumento di base per copiare i valori di un record dentro un altro, che è uno degli aspetti fondamentali di questa metodologia; infatti è indispensabile, prima di accorpare gli elementi, stabilire di quale elemento si dovranno conservare gli attributi.

Arc/Info7:

In ambiente Arc/Info7 esistono vari operatori (Identity, Union e Intersect) da poter utilizzare per le operazioni di sovrapposizione geografica.

E’ poi possibile operare in ambiente ArcEdit per accorpare fra loro le aree (comando Merge), anche se bisogna un po’ destreggiarsi fra le funzioni base per copiare i tutti i valori di un record dentro un altro record.

Il limite di Arc/Info, come già accennato precedentemente, risiede unicamente nelle sue modalità di fruizione, non certo molto “amichevoli”.

4.2.2 Strumenti Interattivi “ad hoc”

A partire dalle esigenze riscontrate per questa metodologia sono state realizzate apposite procedure e funzioni nei due ambienti ArcView e Arc/Info.

ArcView3:

Sono state introdotte, all’interno dell’estensione Editing Tools, le funzionalità di selezione e accorpamento rapido degli elementi, senza essere obbligati ad avere il dato in editing (in maniera tale da visualizzare bene gli elementi che devono essere accorpati) e di copia attributi fra elementi appartenenti a strati diversi (in maniera tale da poter rapidamente riportare all’interno di un’area ottenuta da un accorpamento i valori originali).

Arc/Info7:

Come già effettuato per l'approccio lineare sono stati approntati in AML degli appositi menù per la fruizione rapida di queste funzionalità di accorpamento aree e copia di attributi.

4.2.3 Strumenti Procedurali

Uno strumento automatico basato sul meccanismo delle aree di scarto si dovrebbe basare sull'overlay di vari elementi geografici (gli elementi utili della base di riferimento ed eventualmente gli elementi dello strato da correggere) e sul conseguente controllo semantico della tabella degli attributi ottenuta.

Sia ArcView che Arc/Info hanno le funzioni disponibili a supportare questa metodologia, ma l'attenzione su in questo caso va spostata dall'aspetto tecnico a quello semantico.

In caso di overlay fra molti strati informativi anche l'esperto disciplinare si potrebbe trovare innanzi ad una serie di casistiche (dimensione di un'area, da che strati sovrapposti proviene quest'area e a quali altre aree sia contigua) non sempre risolvibili.

Per questo motivo, anche se il metodo è piuttosto semplice, lo riteniamo difficilmente usabile in automatico soprattutto per casi complessi, ove le casistiche sono molto elevate.

Il metodo dell'analisi semantica della tabella funziona molto bene per derivare carte (ad esempio se vogliamo ottenere una carta pedologica da una dell'uso del suolo) ma qui stiamo entrando in un concetto diverso e più semplice di quello della congruenza.

4.3 Confronto fra le metodologie

Come si vede dallo schema riassuntivo riportato qui sotto i due approcci lineare e poligonale, una volta create le opportune funzionalità, sono facilmente sfruttabili in entrambi gli ambienti Arc/Info e ArcView; la velocità di correzione o di creazione di un dato è piuttosto alta in caso di approccio poligonale e media in caso di approccio lineare.

| Approccio | Ambiente | Velocità correzione | Tipologia del dato da creare/modificare |
|------------|--------------------|---------------------|---|
| Lineare | ArcView e Arc/Info | Media | Lineare/Poligonale |
| Poligonale | ArcView e Arc/Info | Alta | Poligonale |

La metodologia poligonale può essere sfruttata unicamente quando lo strato informativo da creare o modificare è di tipo poligonale.

Ricordiamo che questa metodologia sfrutta il concetto che un'area dello strato da creare o modificare possa essere ottenuta selezionando e accorpendo fra loro un insieme di poligoni più piccoli venutisi a creare dalla sovrapposizione dei vari strati informativi che costituiscono la base di riferimento ed, eventualmente, lo strato da modificare.

La metodologia poligonale ha il pregio, oltre ad essere molto semplice e veloce, di essere molto efficace soprattutto quando lo strato da creare o correggere è costituito per la maggior parte da elementi della base di riferimento, ovvero quando maggiormente è richiesta congruenza geometrica.

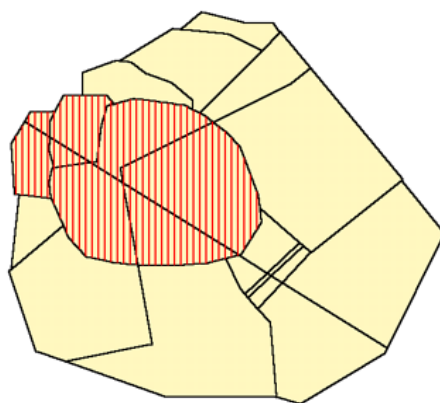


Fig. 4.5 L'area a righe rosse del dato da creare è ottenuta dall'accorpamento di varie aree della base di riferimento.

Uno dei limiti di questa metodologia risiede nella definizione topologica di poligono:

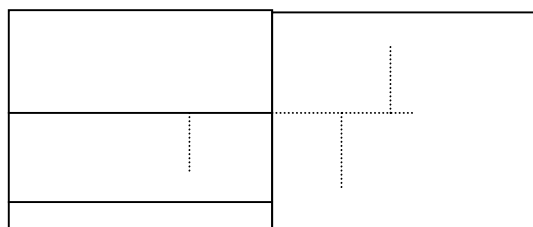


Fig. 4.6 Esempio di scomparsa di archi in una coverage poligonale



nell'esempio schematico riportato in figura 4.6 si nota come gli archi tratteggiati, che sono "archi appesi", visibili in una coverage di tipo lineare, scompaiano nella stessa coverage con topologia poligonale, perché non "chiudono" elementi poligonali; questo comporta che possano mancare elementi di riferimento utili per il disegno di un nuovo strato informativo o la modifica di uno esistente.

E' da notare il fatto che, anche se non si vedono nella topologia poligonale, gli archi appesi esistono e vengono memorizzati e visualizzati nella topologia lineare della stessa coverage.

L'ottica in cui agisce l'approccio poligonale è un'ottica di selezione rapida e accorpamento di poligoni (la selezione è rapida perché poco accurata, basta un click in una parte qualsiasi dell'area), mentre quella lineare è un'ottica di selezione molto accurata (infatti si arriva alla selezione del singolo vertice) e di sostituzione di parti di linee.

Abbiamo già detto che per sua natura, l'approccio poligonale si applica solo a dati di tipo poligonale; nel caso quindi che lo strato da creare o da correggere sia di tipo lineare bisogna ricorrere all'approccio lineare; nel caso che lo strato da creare o variare sia di tipo poligonale la scelta dell'approccio può sembrare dettata dalla geometria del dato che deve essere creato o modificato: nel caso che il dato sia facilmente ottenibile dagli elementi della base di riferimento al quale deve essere congruente sembrerebbe meglio utilizzare l'approccio poligonale, in caso contrario sembrerebbe meglio utilizzare subito quello lineare.

In ultima analisi va subito detto che un approccio solo poligonale non è sufficiente per rendere congruente uno strato con la base: è praticamente impossibile infatti che tutti e solo i bordi degli elementi poligonali dello strato della base di riferimento possano costituire lo strato informativo da correggere o da costruire ex-novo; ciò significa che l'approccio da adottare quasi sempre dovrà essere un approccio misto.

Questo approccio può avvenire in due modi:

- adottare prima l'approccio poligonale, tralasciando i bordi che non possono essere corretti, e in un secondo tempo adottare l'approccio lineare.
- adottare contemporaneamente i due approcci alternandone l'uso a seconda dell'esigenza.



4.4 Approccio a priori o a posteriori?

L'imposizione di congruenza sui dati può avvenire in due momenti: "a priori", cioè in fase di creazione di un nuovo dato, che quindi nasce già congruente con la base di riferimento e "a posteriori" cioè quando il dato già esiste e occorre attivare una fase di correzione per renderlo congruente con la base. Le operazioni che l'operatore è chiamato a compiere possono a loro volta seguire una logica di interazione o una logica procedurale. Sono possibili i seguenti casi:

- Congruenza "a priori" con logica interattiva
- Congruenza "a posteriori" con logica interattiva
- Congruenza "a posteriori" con logica procedurale

Considerando un approccio diverso per le primitive lineari e areali, la situazione è descrivibile in una tabella come di seguito riportata.

| | Approccio "a priori" (acquisizione di nuovi dati) | Approccio "a posteriori" (correzione di dati esistenti) | |
|--------------|--|--|---|
| | Logica interattiva | Logica interattiva | Logica procedurale |
| Linee | Strumenti di editing grafico operativi su elementi lineari supportati da implementazione di nuove funzioni | Strumenti di editing grafico operativi su elementi lineari supportati da implementazione di nuove funzioni | Strumenti di modifica grafica automatica (snap) |
| Aree | Strumenti di composizione interattiva di poligoni combinati con strumenti di editing lineare. | Strumenti di composizione interattiva di poligoni combinati con strumenti di editing lineare | <ul style="list-style-type: none"> • Strumenti di modifica grafica automatica (snap) • Overlay topologico e controllo di congruenze semantiche sui poligoni risultato |

Abbiamo già visto come la logica procedurale non abbia portato a risultati positivi.

Fissiamo quindi l'attenzione sulla logica interattiva.



Supponiamo di avere un dato molto malridotto da rendere congruente con la base di riferimento e cerchiamo di stabilire se convenga modificarlo o se convenga ridisegnarlo da capo.

Abbiamo quattro casi:

- il dato è poligonale e geometricamente si deve appoggiare molto sulla base
- il dato è poligonale e geometricamente si deve appoggiare poco sulla base
- il dato è lineare e geometricamente si deve appoggiare molto sulla base
- il dato è lineare e geometricamente si deve appoggiare poco sulla base

Caso 1 - *il dato è poligonale e geometricamente si deve appoggiare molto sulla base*

Siamo nella migliore condizione per adottare la metodologia più rapida: quella con approccio poligonale.

Dobbiamo stabilire se ridisegnare ex-novo il dato appoggiandoci sugli elementi della base di riferimento oppure utilizzare il dato che abbiamo a disposizione e modificarlo; nel primo caso si creerà uno strato informativo da editare composto da tutti e solo gli elementi ritenuti utili della base di riferimento, nel secondo caso a questi elementi si aggiungerà il dato da modificare.

Nel caso di modifica abbiamo più poligoni da accorpare (c'è il dato di partenza in più) rispetto ad un dato costituito dai soli elementi della base; in compenso, nel caso di tratti di aree che non si appoggiano da nessuna parte, questi sono già a disposizione nel dato e non devono esserci ricopiati in un secondo momento.

Inoltre in un approccio di modifica possiamo, con piccole accortezze (ad esempio il primo poligono selezionato è quello significativo), mantenere tutte le informazioni tabellari, senza dover di nuovo codificare la banca dati in un secondo tempo.

Metodo migliore: sfruttare il dato di partenza

Caso 2 - *il dato è poligonale e geometricamente si deve appoggiare poco sulla base*

La metodologia con approccio areale è poco efficiente. Conviene adottare una metodologia mista accorpendo i poligoni congruenti con la base per quanto possibile e, in seguito, sistemare le poche linee che rimangono o adottare direttamente la metodologia lineare.



Creare ex-novo lo strato è sicuramente perdente perché implica un ridisegno quasi completo del dato e una nuova codifica nella parte tabellare.

Metodo migliore: sfruttare il dato di partenza

Caso 3 - il dato è lineare e geometricamente si deve appoggiare molto sulla base

Questo è il caso più critico per stabilire una preferenza di approccio a priori o a posteriori; partiamo col dire che possiamo solo usare la metodologia lineare. Se decidiamo di riutilizzare lo strato di partenza dovremo fare molto “editing” di dettaglio, con selezioni di vertici e copia di elementi; anche se le funzioni implementate aiutano molto è un processo non veloce. D’altro canto, se decidiamo di ridisegnare da capo il dato, perdiamo totalmente la parte degli attributi ed il prezzo minimo da pagare è una nuova codifica.

Se quindi avessimo da correggere un dato che ha solo la parte geometrica non ci sarebbero dubbi nell’adottare il ridisegno ex-novo dello strato, ridisegno che avverrebbe più che altro con la selezione e lo spezzamento di elementi dalla base cartografica e copia sul nuovo tema (operazioni abbastanza rapide).

Come si vede la parte tabellare è decisiva nella scelta dell’approccio, tanto più che è stata creata una funzione di rapida copia dei valori di un elemento di uno strato informativo in un altro strato informativo che sveltisce e risolve abbastanza bene questo problema.

Un altro criterio di scelta deve però essere valutato sulla geometria del dato: nell’esempio riportato, per una migliore classificazione del problema, abbiamo estremizzato il caso di studio (il dato di partenza è qui supposto molto mal messo nei confronti della base con cui deve essere invece molto congruente).

Se le cose stessero solo così, converrebbe adottare il ridisegno, se il dato invece fosse già abbastanza congruente con la base bisognerebbe fare altre valutazioni basate magari su percentuale di vertici congruenti, numero di elementi da modificare, ecc.

Metodo migliore: ridisegno ex-novo nel caso estremo, da valutare in altri casi.

Caso 4 - il dato è lineare e geometricamente si deve appoggiare poco sulla base

Come per il caso poligonale, la poca congruenza richiesta con la base di riferimento decide l’approccio che è quello di sfruttare l’esistente.

La metodologia è ovviamente lineare.



Metodo migliore: sfruttare il dato di partenza

Il risultato di queste casistiche è piuttosto chiaro: difficilmente, se abbiamo a disposizione uno strato informativo da correggere, sarà utile ridisegnarlo ex-novo; l'informazione geometrica e tabellare, anche se imperfetta, di uno strato informativo è preziosa e alcune volte indispensabile per renderlo maggiormente congruente con la base.

4.5 La Schiacciata

Col termine generico di Schiacciata chiamiamo un serbatoio di geometrie elementari (lineari e/o poligonali) che viene opportunamente costruito a partire dai dati della base cartografica di riferimento e, in alcuni casi, anche a partire dal dato da modificare.

La creazione di una schiacciata è una buona soluzione operativa per realizzare un strato che riporti tutte e sole le informazioni che possono essere utili per le funzioni di snap, per le funzioni di taglia ed incolla di linee e per le funzioni di copia di elementi (quindi per usarla come serbatoio di geometrie e di attributi).

Il lavoro di creazione di una schiacciata è molto importante ed è preventivo rispetto alla fase di editing e modifica di un dato.

Qui di seguito esporremo le diverse tipologie di schiacciata, l'ambiente giusto (Arc/Info o ArcView) in cui crearla ed i problemi che si possono incontrare nella creazione di uno strato del genere

4.5.1 Modalità di creazione e diverse tipologie di Schiacciata

Se lo strato informativo da correggere è lineare la Schiacciata da creare è utile che abbia solo topologia lineare; se il dato da modificare è poligonale è sempre bene creare la schiacciata con topologia sia lineare che poligonale.

Come accennato altre volte la parte poligonale della schiacciata può essere usata per aggregare fra loro i poligoni, mentre la parte lineare può essere usata per le operazioni di ritaglio, snap e copia linee.

Proviamo a stabilire in che ambiente è utile creare questo dato:

**ArcView3:**

Abbiamo a disposizione due strumenti diversi, uno standard ed uno no, per unire vari strati informativi.

Il primo strumento ci viene dalla funzione MERGE presente in ArcView nell'estensione Geoprocessing Wizard fornita col programma base.

La MERGE di ArcView ha qualche comportamento non ortodosso quando si trova in presenza di elementi poligonali multipart (come possono essere ad esempio le Region di Arc/Info); questo comporta che non sia da considerarsi uno strumento molto idoneo per creare la Schiacciata.

Un strumento che non ha questi problemi ma, come accennato, meno standard è la MERGE presente, sempre in ambiente ArcView, all'interno dell'estensione Xtools; questa estensione non viene fornita dalla ESRI col programma base ma si trova in versione libera sulla rete ed è fornita dall' "Oregon Department of Forestry" americano².

Tra gli utilizzatori usuali di ArcView questa estensione è molto diffusa poiché contiene, oltre alla MERGE, molte altre funzioni utili.

Facciamo riferimento quindi a questa MERGE come l'eventuale funzione da usare in ArcView per la creazione della Schiacciata.

Arc/Info7:

I comandi APPEND e MAPJOIN di Arc/Info7 servono ad unire fra loro vari strati informativi. La differenza fra questi due comandi risiede nel fatto che la MAPJOIN è indirizzata unicamente verso le features poligonali e ricostruisce automaticamente la topologia (con una CLEAN di cui si controlla male la tolleranza) dopo aver attaccato gli elementi proveniente da strati diversi.

Preferiamo quindi usare l'APPEND perché, anche se meno completa, ha possibilità di operare sulle features lineari e, non effettuando una CLEAN automatica, crea uno strato informativo intermedio che può essere utile mantenere.

Confronto fra ArcView e Arc/Info:

Proviamo a fare un rapido confronto fra la MERGE di Xtools con l'APPEND di Arc/Info, considerando che la Schiacciata deve essere innanzitutto creata con topologia lineare.

² Questa descrizione rispecchia esattamente quella riportata nel paragrafo 4.2.1. Per una migliore fruizione del documento abbiamo preferito ripetere pedissequamente invece di fare un rimando ai paragrafi.



Il dato che otteniamo usando i due comandi a partire da dati lineari è moderatamente sfruttabile: infatti sia la MERGE che l'APPEND creano uno strato senza nodi nei punti di intersezione fra i vari elementi lineari provenienti da strati diversi (i nodi agli incroci li troviamo unicamente per quegli elementi che provengono dalla stessa fonte, perché originariamente avevano già archi spezzati); non abbiamo quindi un serbatoio di geometrie assolutamente elementari ma il dato ci può servire (lo vedremo in seguito) perché conserva tutti gli elementi degli strati di partenza.

La potenzialità di ArcView si esauriscono qui perché non è possibile, con gli strumenti messi a disposizione anche con Xtools, creare elementi spezzati.

Per ottenere le intersezioni su tutti gli archi dello strato ottenuto è necessario usare il comando CLEAN di Arc/Info (dei potenziali problemi di CLEAN ne parliamo in maniera più esplicita in seguito).

Con l'uso della CLEAN, con opzione line, si ottiene la Schiacciata lineare con le geometrie elementari.

Quindi l'ambiente di creazione ottimale della Schiacciata è Arc/Info, poiché ArcView si limita a creare una schiacciata non completamente segmentata e bisognerebbe poi passare lo strato ad Arc/Info perché questo, dopo averlo convertito in coverage, lo possa spezzare: tanto vale quindi fare tutte le operazioni in Arc/Info.

Tipologie di schiacciata:

Nel caso che il dato da correggere o da creare sia lineare vanno create due tipologie di schiacciata lineare: la prima in ordine temporale è la *Sc_Line_Full* che contiene tutti gli elementi provenienti dai dati della base di riferimento: questa schiacciata non avrà i nodi nei punti di incrocio fra questi elementi, poiché derivata da una APPEND di Arc/Info; la seconda tipologia di schiacciata è la *Sc_Line*, ottenuta col comando CLEAN da quella precedente: questa schiacciata contiene i veri serbatoi di geometrie elementari poiché ha tutti gli archi spezzati agli incroci ma ha perso sicuramente qualche arco³ (e quindi gli attributi).

³ Il comando CLEAN accorpa fra loro elementi che sono più vicini della tolleranza impostata. Per questo se abbiamo una serie di linee sovrapposte, effettuata la CLEAN, ne otterremo una sola e avremo perdita di informazione.



E' da notare che per una metodologia del confronto fra linee, anche in caso di approccio a posteriori, non è necessario né conveniente che il dato da modificare faccia parte della schiacciata, poiché si procederà con ritagli e copia di elementi.

Le due Schiacciate create sono sufficienti secondo i dettami della metodologia impostata per la correzione di un dato lineare.

Nel caso che il dato da correggere sia poligonale, con l'uso dei comandi BUILD e CREATELABELS è invece necessario creare anche la topologia poligonale per la Sc_Line (la chiameremo *Sc_LinePoly*); in questo caso la Sc_line può essere eliminata poiché sottoinsieme della Sc_LinePoly.

Per la metodologia poligonale ripartiamo quindi delle seguenti due schiacciate: la Sc_Line_Full e la Sc_LinePoly.

Se viene adottato un approccio di riutilizzo del dato di partenza (*Dato_Part*), la metodologia implementata sui dati poligonali richiede che Dato_Part faccia parte della Schiacciata: è quindi necessario aggiungere questo dato agli altri già presenti; si suggerisce di effettuare una nuova APPEND, CLEAN e BUILD a partire dai dati di base e non di effettuare la APPEND fra la Sc_LinePoly e Dato_Part: questo per evitare di effettuare più CLEAN per uno strato che deve essere quello di riferimento geometrico: chiameremo questa nuova Schiacciata *Sc_DP_LinePoly*.

Ci sembra corretto e utile in questo momento effettuare un piccolo excursus sui potenziali problemi che l'uso del comando CLEAN può provocare all'interno della Schiacciata.

Questo comando vuole impostata una misura, la fuzzy tolerance, che indica la massima distanza entro la quale due vertici vengono accorpati fra loro: il comando CLEAN quindi può variare la geometria del dato, cosa potenzialmente pericolosa per uno strato che deve essere quello di riferimento geometrico; la fuzzy tolerance non può essere impostata a zero ma può essere impostata in misura talmente piccola da non costituire un reale problema: sono stati confrontati fra loro i vertici della schiacciata prima e dopo la CLEAN e, a parte i vertici nuovi venutisi a creare, non è stata riscontrata alcuna differenza. Inoltre solitamente si considera l'errore grafico fra 0.2 e 0.3 mm, che riportato ad esempio su una scala 1:25.000 vuol dire che potremmo impostare la fuzzy tolerance fra 5 e 7,5 metri. Abbiamo impostato la fuzzy tolerance a 1 mm reale per una carta che è a scala



1:10.000: siamo perciò ben al di sotto della minima distanza da impostare (2 metri) convenzionalmente usata come misura di errore accettabile; ciò vuol dire che anche nel rarissimo caso che due vertici siano più vicini fra loro di 1 mm e che quindi uno dei due venga spostato, l'errore ottenuto sarebbe ben due ordini al di sotto del limite accettabile; in ogni caso si può impostare, ed è utile farlo, la fuzzy tolerance anche al di sotto del millimetro.

In ogni caso sul dato Schiacciata conviene limitare al minimo il numero di CLEAN o di altre funzioni che abbiano questa stessa conseguenza.

Supponiamo infine che ci siano due linee perfettamente sovrapposte provenienti da dati diversi. Queste linee, quando viene effettuata un' APPEND, rimangono distinte, ma dopo la CLEAN diventano obbligatoriamente una sola: è impossibile, in questo caso, mantenere tutte le informazioni relative al dato di provenienza all'interno del dato ottenuto dopo la CLEAN; per questo motivo è utile avere a disposizione anche il dato Sc_Line_Full che mantiene invece inalterate l'informazione relative al dato di provenienza per tutti gli elementi.

Un'ultima tipologia di schiacciata che può essere utile avere a disposizione anche per la modifica di un dato lineare, è quella creata a partire da soli strati poligonali di input che sono adiacenti e senza sovrapposizioni, in modo da costituire quello che viene chiamato in bibliografia un Full Planar Graph⁴. Lo strato in questione (da ora in poi chiamato FPG) nasce già quindi come base poligonale e può essere usato sia in fase di visualizzazione di sfondo (con opportuna simbologia), sia come serbatoio di intere entità poligonali e sia come dato per elaborazioni successive: lo sfrutteremo eventualmente per riportare all'interno di ogni arco della Sc_LinePoly o della Sc_DP_LinePoly informazioni relative al poligono destro e sinistro del FPG.

Per ottenere questo strato può anche essere usata la Merge di Xtools: su elementi poligonali la Merge di Xtools evita di dover effettuare una Clean: se due poligoni si sovrappongono (caso non contemplato nel FPG) la Merge mantiene entrambi gli elementi con l'estensione iniziale, ovvero sfrutta la non topologia del dato Shape: ricordiamo che lo scotto da pagare è quello di riconvertire il dato da Shape a Coverage; nello schema operativo preferiamo creare questo dato in Arc/Info.

⁴ CEN/TC 287 – ENV 12160 1997 Geographic Information – Data description – Spatial Schema : The full planar graph topology spatial schema conforms to a planar graph, with faces completely covering the plane without any gaps or overlap



Alla fine avremo:

- per la correzione di un dato poligonale, i seguenti strati schiacciata: Sc_Line_Full, Sc_LinePoly o Sc_DP_LinePoly, ed eventualmente il FPG.
- Per la correzione di un dato lineare i seguenti strati schiacciata: Sc_Line_Full, Sc_Line ed eventualmente il FPG.

| Logica Interattiva | Approccio a Priori | Approccio a Posteriori |
|---------------------------|---|--|
| Linee | Schiacciata costituita da strati della base di riferimento. | Schiacciata costituita da strati della base di riferimento. Si copiano spezzate della schiacciata sul dato da modificare. |
| Poligoni | Schiacciata costituita da strati della base di riferimento | Schiacciata costituita da strati della base di riferimento e dal dato da modificare. |

Procedura d'esempio per creazione di una Schiacciata sul Manuale Operativo pag. 31

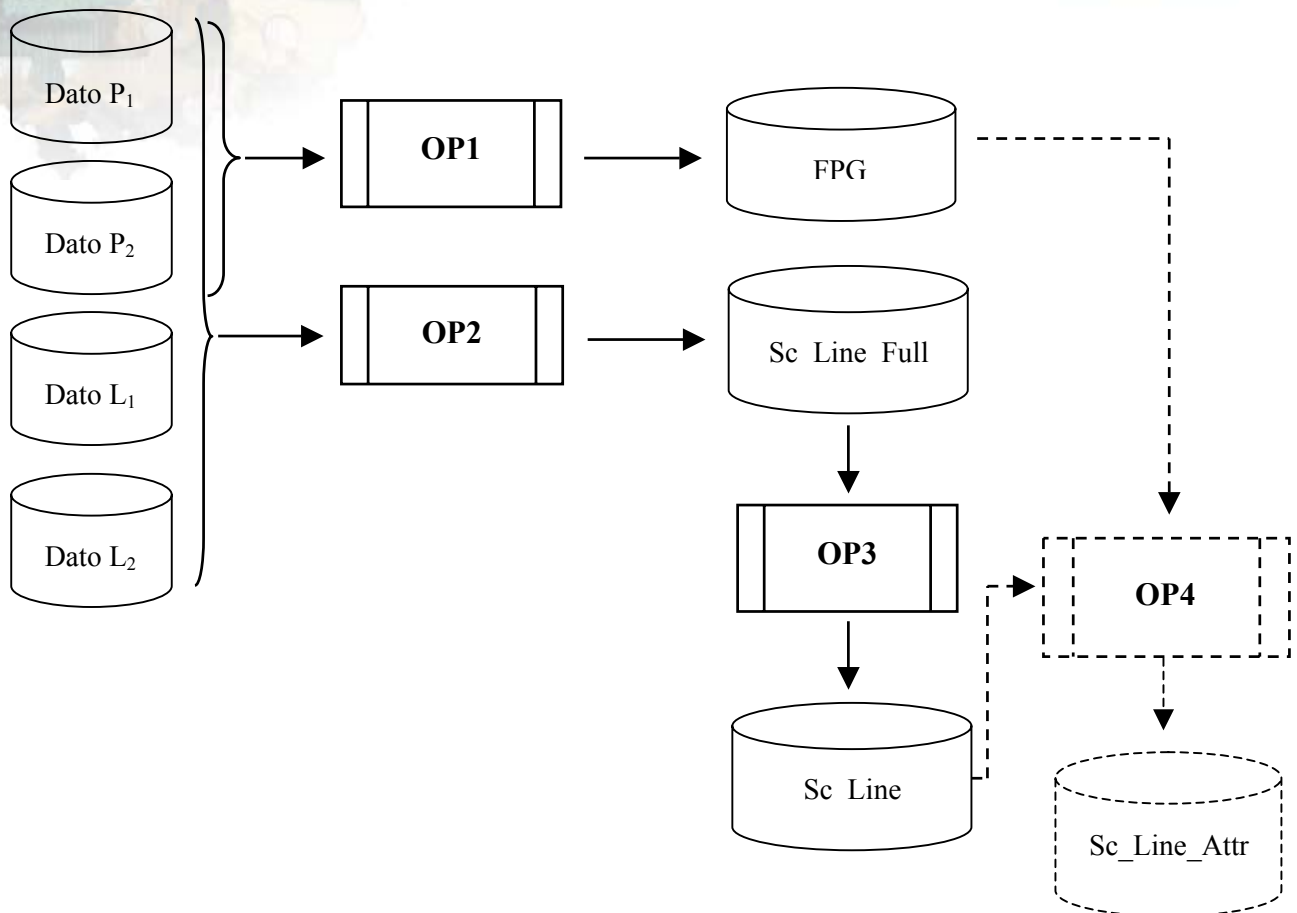
Si forniscono i seguenti tre schemi generici per la creazione delle schiacciate assumendo che possono essere, a seconda di casi specifici, complicati o semplificati ulteriormente.

Potrebbe essere ad esempio utile, in caso di modifica di uno strato, creare una zona di rispetto di X metri attorno agli elementi da modificare, data X la massima tolleranza stabilita per la modifica di un elemento: questo strato può essere usato sia come sfondo sia per avere a disposizione una schiacciata molto più leggera di quella comprendente tutti gli elementi.

Se i dati di partenza debordano oltre il confine geografico in cui il dato da correggere opera dovrà essere anche effettuata una *Clip* (ritaglio) sui dati ottenuti.



Schema 1: Schiacciate per correzione/creazione dato lineare.



Dato Pn: strato poligonale della base di riferimento

Dato Ln: strato lineare della base di riferimento

FPG: Full Planar Graph. Questo dato può essere messo come sfondo con un'opportuna legenda; può servire anche per una rapida interrogazione degli attributi dei poligoni.

Sc_Line_Full: schiacciata lineare contenente tutti gli strati scelti appartenenti alla base con le informazioni, per ogni linea, dello strato di provenienza: le linee non sono tutte spezzate agli incroci. Questo dato può essere usato per capire, tramite interrogazione o legenda, da quali strati provengano le linee.

Sc_Line: schiacciata lineare contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci. Questa è la schiacciata da usare come serbatoio di geometrie elementari.

Sc_Line_Attr: schiacciata lineare contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci; ogni arco contiene l'informazione del poligono destro e sinistro del FPG. Eventualmente da usare al posto di Sc_Line.



- OP1:** *Append* poligonale e *Clean* poligonale a partire dai dati poligonali non sovrapposti; si crea il Full Planar Graph.
- OP2:** *Append* lineare; si crea la schiacciata lineare completa di tutti gli archi di cui la maggior parte non spezzati.
- OP3:** *Clean* lineare; si crea la schiacciata lineare mancante di alcuni archi sovrapposti agli altri ma con i nodi agli incroci.
- OP4:** *Identity* lineare seguita da 2 *Joinitem* fra i campi *lpoly#* e *rpoly#* con *FPG#*; vengono inseriti all'interno di ogni arco della Schiacciata i codici dei poligoni destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph.

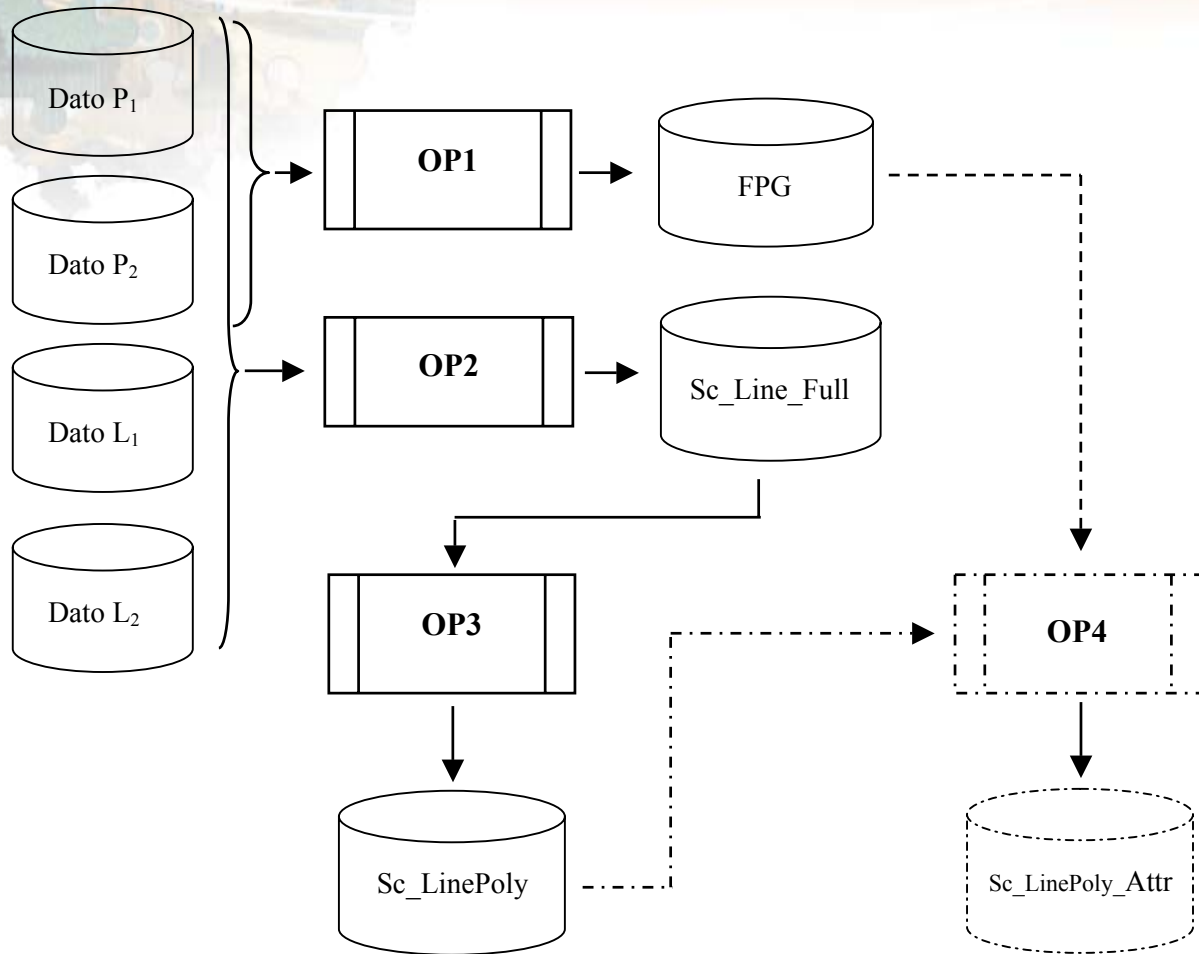
L'ultima operazione è stata segnata appositamente con linee tratteggiate perché non la riteniamo indispensabile ed è di nuovo potenzialmente pericolosa: serve per inserire all'interno di ogni arco della Schiacciata, l'informazione del poligono destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph; questa informazione può leggermente facilitare il compito dell'operatore ma non è fondamentale: infatti ricordiamo che questa informazione è sempre disponibile nel Full Planar Graph che può essere in ogni momento interrogato o che può fare da sfondo con un'opportuna legenda.

Se comunque si vogliono portare questi dati all'interno della schiacciata è indispensabile usare l' *IDENTITY*; questo è uno dei comandi di Overlay di Arc/Info che, come la *CLEAN*, usano obbligatoriamente una *fuzzy tolerance*. Il dato finale (*Sc_Line_Attr*) subisce quindi due operazioni che comportano possibile spostamento di archi.

Procedura d'esempio per assegnazione degli attributi del FPG alla Schiacciata lineare sul Manuale Operativo pag. 33



Schema 2: Schiacciate per creazione dato poligonale.



Dato P_n: strato poligonale della base di riferimento

Dato L_n: strato lineare della base di riferimento

FPG: Full Planar Graph. Questo dato può essere messo come sfondo con un'opportuna legenda; può servire anche per una rapida interrogazione degli attributi dei poligoni.

Sc_Line_Full: schiacciata lineare contenente tutti gli strati scelti appartenenti alla base con le informazioni, per ogni linea, dello strato di provenienza: le linee non sono tutte spezzate agli incroci. Questo dato può essere usato per capire, tramite interrogazione o legenda, da quali strati provengono le linee.

Sc_LinePoly: schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci. Questa è la schiacciata da usare direttamente in editing come serbatoio di geometrie elementari sia lineari che poligonali.



Sc_LinePoly_Atr: schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci; ogni arco contiene l'informazione del poligono destro e sinistro del FPG. Eventualmente da usare al posto di Sc_LinePoly

OP1: *Append* poligonale e *Clean* poligonale a partire dai dati poligonali non sovrapposti; si crea il Full Planar Graph.

OP2: *Append* lineare; si crea la schiacciata lineare completa di tutti gli archi di cui la maggior parte non spezzati.

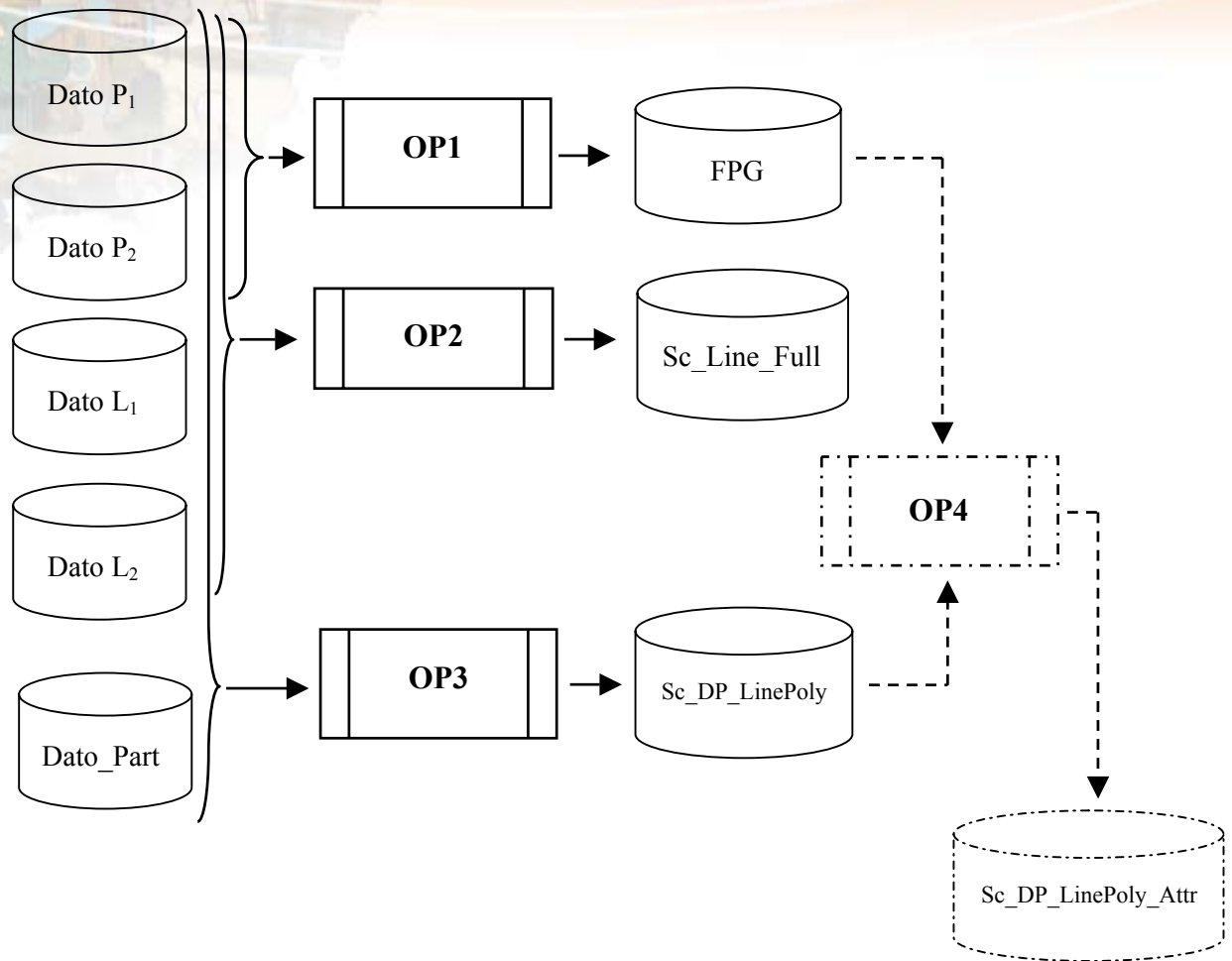
OP3: *Clean* lineare seguita da *Build* poligonale, da *Createlabels* (per inserire le etichette ai poligoni) e nuova *Build* poligonale.

OP4: *Identity* lineare seguita da 2 *Joinitem* fra i campi lpoly# e rpoly# con FPG#; vengono inseriti all'interno di ogni arco della Schiacciata i codici dei poligoni destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph.

Anche in questo caso l'operazione 4 è facoltativa.



Schema 3: Schiacciate per correzione dato poligonale.



Dato Pn: strato poligonale della base di riferimento

Dato Ln: strato lineare della base di riferimento

Dato_Part: strato da correggere

FPG: Full Planar Graph. Questo dato può essere messo come sfondo con un'opportuna legenda; può servire anche per una rapida interrogazione degli attributi dei poligoni.

Sc_Line_Full: schiacciata lineare contenente tutti gli strati scelti appartenenti alla base con le informazioni, per ogni linea, dello strato di provenienza: le linee non sono tutte spezzate agli incroci. Questo dato può essere usato per capire, tramite interrogazione o legenda, da quali strati provengono le linee.

Sc_DP_LinePoly: schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base e lo strato da modificare. Le linee sono tutte spezzate agli incroci. Questa è la schiacciata da usare direttamente in editing come serbatoio di geometrie elementari sia lineari che poligonali.

Sc_DP_LinePoly_Attr: schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base e lo strato da modificare. Le linee sono tutte spezzate agli incroci; ogni



arco contiene l'informazione del poligono destro e sinistro del FPG.
Eventualmente da usare al posto di Sc_DP_LinePoly

OP1: *Append* poligonale e *Clean* poligonale a partire dai dati poligonali non sovrapposti della base; si crea il Full Planar Graph.

OP2: *Append* lineare; si crea la schiacciata lineare completa di tutti gli archi di cui la maggior parte non spezzati.

OP3: *Append* lineare fra gli strati scelti della base e lo strato da modificare seguita da *Clean* lineare seguita da *Build* poligonale, da *Createlabels* (per inserire le etichette ai poligoni) e nuova *Build* poligonale.

OP4: *Identity* lineare seguita da 2 *Joinitem* fra i campi lpoly# e rpoly# con FPG#; vengono inseriti all'interno di ogni arco della Schiacciata i codici dei poligoni destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph.

Anche in questo caso l'operazione 4 è facoltativa.



4.5.2 Modalità di creazione della Schiacciata per l'editing del Miparp

Documentiamo qui il processo di realizzazione delle Schiacciate contenenti buona parte delle coverages significative della CTR94 ai fini della congruenza geometrica del Miparp della Provincia di Milano, come previsto in una delle fasi dello studio.

A parte le coverages puntuali, la CTR94 vector è costituita da 9 coverages lineari (cl, ri, ab, xd, ar, st, fe, if, di) e da 9 coverages poligonali (ur, ag, ea, aa, ai, dc, co, cm, zo);

Abbiamo ottenuto i vari strati di schiacciate usando le seguenti coverages:

FPG:

1. Urbanizzato (ur_ctr)
2. Non Urbanizzato (nu_ctr)
3. Aree Estrattive (ea_ctr)
4. Aree Viabilità (aa_ctr)
5. Aree Fluviali (ai_ctr)
6. Discariche (dc_ctr)

Sc_LinePoly:

1. Urbanizzato (ur_ctr)
2. Non Urbanizzato (nu_ctr)
3. Aree Estrattive (ea_ctr)
4. Aree Viabilità (aa_ctr)
5. Aree Fluviali (ai_ctr)
6. Discariche (dc_ctr)
7. Reticolo Idrografico (ri_ctr)
8. Aste Secondarie (ab_ctr)
9. Argini Golenali (ar_ctr)
10. Vie Ferrate (fe_ctr)
11. Strade (st_ctr)
12. Impianti a Fune (if_ctr)
13. Elettrodotti, Oleo & Metanodotti (xd_ctr)

Sc_DP_LinePoly:

Tutti gli strati usati in Sc_LinePoly più il Miparp.



5 VALUTAZIONE AUTOMATICA DELLA CONGRUENZA DI UN DATO

In questo capitolo vedremo come, attraverso procedure di valutazione di congruenza appositamente create, sia possibile verificare qualitativamente un dato geografico.

La valutazione si basa con il confronto geometrico fra il dato da controllare e la base di riferimento e con la verifica semantica sugli attributi del dato da controllare.

5.1 Congruenza Geometrica

Il grado di congruenza geometrica tra una base cartografica e quella di riferimento si misura in funzione della quantità della parte coincidente della geometria della prima base con quella della seconda.

Sono state impostate due procedure per il controllo della congruenza geometrica.

La prima procedura si basa sul confronto dei vertici tra la base (la Schiacciata ad esempio) e il dato da controllare, la seconda si basa invece sull'analisi del dato ottenuto dalla sovrapposizione fra la base ed il dato da verificare.

Le due procedure possono essere applicate sia a dati lineari che a dati poligonali.

Nessuna delle due procedure è infallibile: i risultati che forniscono sono sostanzialmente esatti anche se, in alcuni casi, che verranno riportati qui di seguito, vengono rilevati errori ove non ci sono e viceversa.

5.1.1 Statistiche sui vertici

La procedura implementa la misura della congruenza geometrica specializzando l'approccio della misura della geometria elementare coincidente, opera cioè a livello di vertici e segmenti; infatti viene valutata e misurata in valore assoluto e percentuale la quantità dei vertici coincidenti fra due strati informativi, intendendo come coincidenti i vertici che, all'interno di una tolleranza definita, coincidono fra i due strati o i vertici di uno strato che si sovrappongono ai segmenti dell'altro.

Operativamente essa agisce in ambiente Arc/Info nella maniera seguente:

1. Accetta come parametri il nome dello strato da controllare (*Strato*), il nome della schiacciata come unico livello di controllo (*Base*) e il nome della cover di output (*Risultato*).

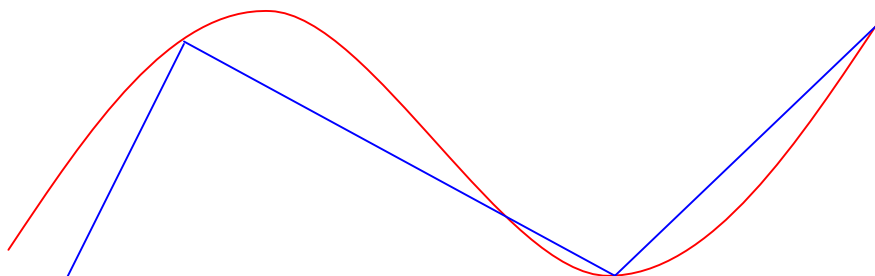


2. Crea uno strato puntuale (*Strato_p*) con tutti i vertici di Strato con opportuna tabella di attributi.
3. Effettua il comando NEAR fra *Strato_p* e Base: il comando Near trova per ogni vertice della *Strato_p* qual è il segmento più vicino della Base e la relativa distanza in metri: queste informazioni vengono inserite nella .PAT di *Strato_p*.
4. Seleziona, conta e considera congruenti geometricamente i vertici cui sia stata associata una distanza minima (es: $\leq 0,00001$ m), cioè quelli coincidenti.
5. Seleziona ed estrae nella cover Risultato i vertici non coincidenti ma con distanza inferiore alla tolleranza specificata.
6. Scrive il risultato dei suddetti conteggi in un file di testo (Risultato.txt).

In questa maniera l'operatore può ottenere due tipologie di risultati: il primo, quantitativo, deriva dall'analisi del file di testo ottenuto al punto 6; il secondo, qualitativo, deriva dall'analisi dello strato informativo ottenuto al punto 5.

La procedura non riesce a risolvere due casi: il primo non segnalando un tipo di errore, il secondo segnalando un errore che non sussiste.

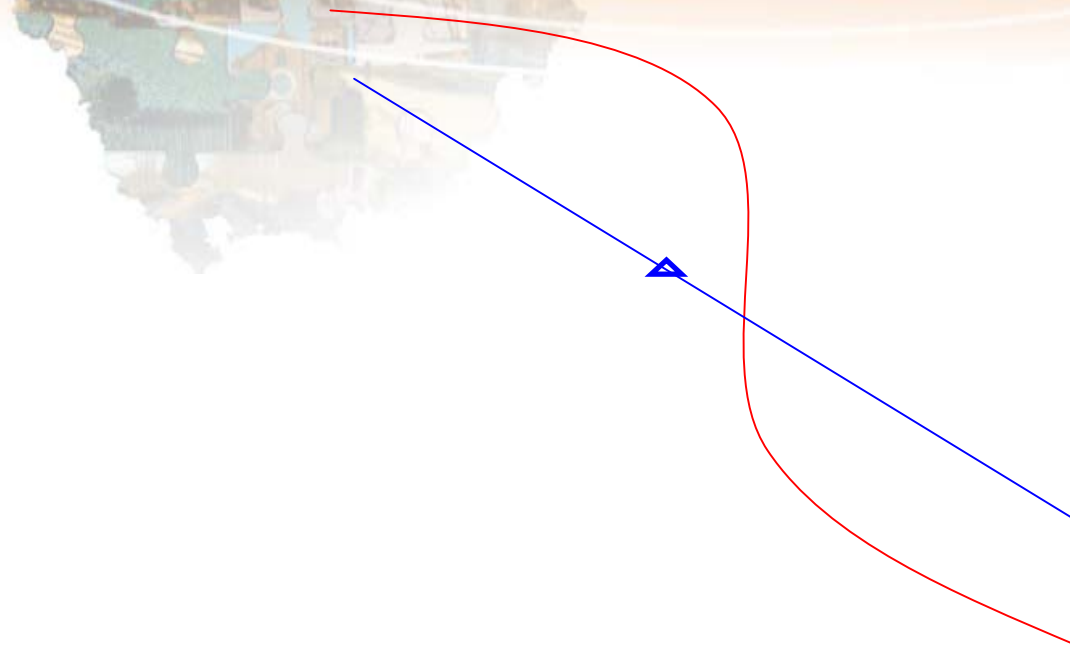
Il primo caso è documentato qui di seguito.



Lo Strato (in blu) non dispone di un numero sufficiente di vertici per segnalare la discrepanza rispetto alla Base (in rosso); i tre vertici dell'arco dello Strato sono situati correttamente sulla Base; l'errore non è segnalato ma il dato è ovviamente incongruente.

Questo sopra riportato è un caso limite poco frequente in dati che abbiano raggiunto un buon livello di congruenza geometrica per editing interattivo; può sussistere soprattutto fra dati provenienti da scale diverse di acquisizione.

Il secondo caso è molto più frequente e viene illustrato nella prossima figura



Il vertice dello Strato (triangolino blu) è segnalato come errore perché dista dalla Base (in rosso) meno della distanza di tolleranza impostata; in questo caso la linea dello Strato (in blu) attraversa la Base perché lo deve fare. L'errore, dovuto ad una *pseudoverteice*, è segnalato ma non c'è.

I due casi di errata segnalazione sono difficilmente risolvibili insieme, poiché dovuti a cause opposte: nel primo caso l'errore non è segnalato per mancanza di vertici; nel secondo caso è segnalato perché ci sono troppi vertici: se aumentassimo i vertici della dato da verificare per ovviare al primo caso avremmo un aumento delle segnalazioni del secondo caso.

Procedura di congruenza "su vertici" sul Manuale Operativo pag. 17

5.1.2 *Statistiche sui poligoni*

La procedura valuta la misura di congruenza di un dato (Strato) in funzione dei micropoligoni che si vengono a creare con la sovrapposizione con la base di riferimento (Base).

Questa procedura esegue l'operazione di overlay solo su strati poligonali ma, se si ha l'accortezza di creare prima una topologia poligonale opportuna, può anche essere applicata a strato e base lineare; questa cosa può essere molto utile perché, in un contesto



lineare, quasi tutti i micropoligoni che si verrebbero a creare sarebbero indice di errore sicuro, al contrario di un contesto poligonale.

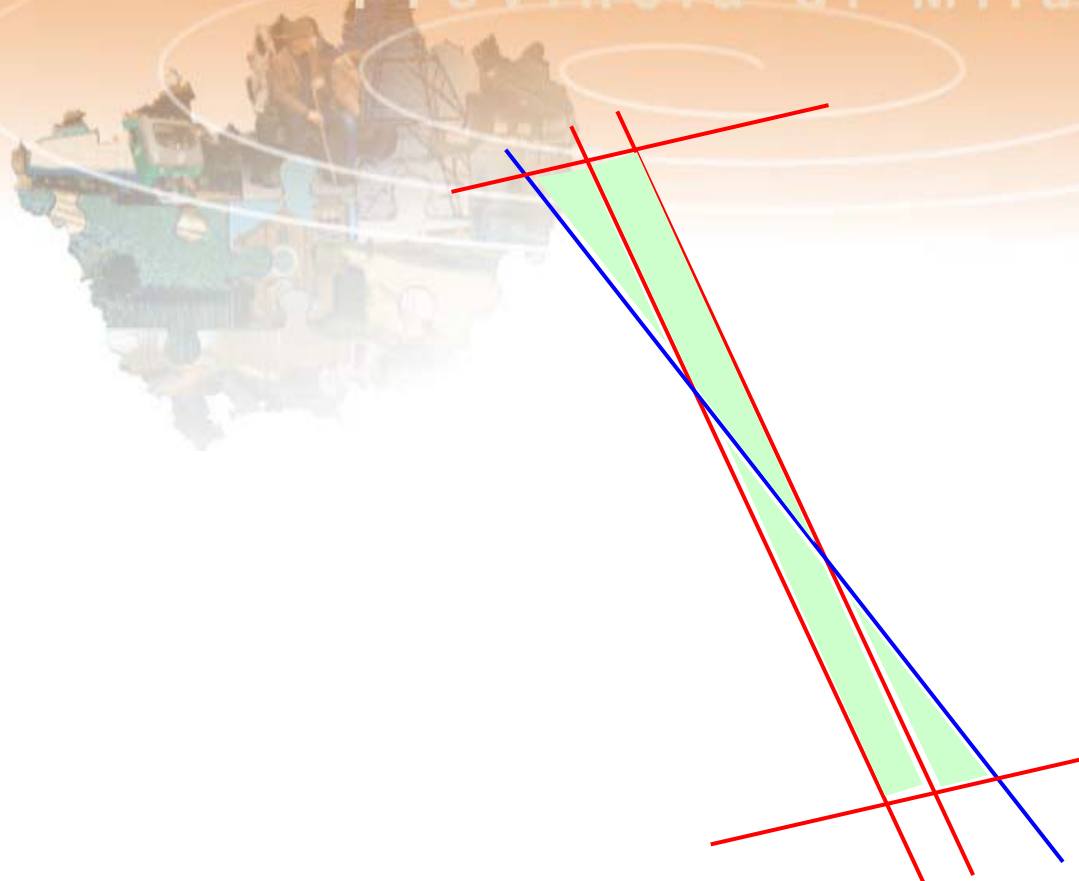
Operativamente essa:

1. Accetta come parametri il nome dello strato da controllare (Strato), il nome della schiacciata poligonale come unico livello di controllo (Base) e il nome della cover di output (Risultato).
2. Esegue la sovrapposizione fra Strato e Base col comando UNION di Arc/Info.
3. L'output è una cover di poligoni con relativo attributo di Area e Perimetro.
4. Vengono poi filtrati via (tramite la combinazione dei comandi FREQUENCY e JOINITEM) i micro-poligoni che esistevano già in partenza nella Base (la Schiacciata poligonale) e che quindi non indicano un errore di congruenza fra Strato e Base.
5. Viene considerato un potenziale errore quel poligono che ha Area⁵ inferiore a 50 metri quadri.
6. Il risultato del suddetto conteggio viene scritto in un file di testo (Risultato.txt) con numeri totale di micro-poligoni con area < di 50 metri quadri. Vengono inoltre presentate le statistiche sui campi area e perimetro.

Gli errori riportati sono visualizzabili come micro-poligoni della cover Risultato anche singolarmente per l'esame visivo (e quindi markers per l'eventuale nuovo editing dello strato ancora incongruente).

Una conseguenza di questa procedura è quella di segnalare errori per eccesso; solo l'esame visivo riesce a distinguere incongruenze effettive da interpretazioni corrette dell'operatore. Infatti questa procedura non riesce a distinguere casi come quello illustrato nella seguente immagine, in cui la linea dello Strato attraversa vari archi della Base venendo così a creare vari micro-poligoni (in verde) che non sono errori.

⁵ Questo valore, considerato un buon compromesso (ovviamente settabile nella procedura), è stato determinato tenendo conto della scala equivalente e del raggio di tolleranza di 5 m. Non c'è una regola che permette di determinare esattamente una soglia, ma è la nostra sensibilità ed esperienza che ci fa scegliere questa misura in funzione anche delle geometrie e della casistica del MIPARP. Un dato che presenti ad esempio poligoni allungati paralleli alle aree fluviali potrebbe richiedere una soglia più alta, dipende anche dal suo livello di precisione geometrica oltre che da quello di incongruenza. Considerando che la tolleranza stabilita è di 5 metri si poteva considerare l'area massima del micro-poligono da controllare di 25 metri quadri (5 x 5); abbiamo ritenuto questa misura troppo restrittiva e, aggiungendo 2 metri alla tolleranza (7 x 7 = 49 metri quadri, poi arrotondati a 50 metri quadri), si è voluto fare il controllo per eccesso.



Procedura di congruenza “su poligoni” sul Manuale Operativo pag. 19



5.1.3 Risultati delle statistiche su vertici e poligoni ottenuti sul Miparp

Qui di seguito lo schema dei risultati ottenuti dalla procedure implementate sul Miparp prima e dopo il suo editing:

Statistiche sui vertici:

| Miparp originale | |
|--|---------------------|
| Vertici totali: | 204479 |
| Vertici potenzialmente non congruenti: | 60880(toller: 5 m.) |
| Vertici coincidenti: | 90 |
| % vertici potenzialmente non congruenti: | 29.77322854669 |
| % vertici coincidenti: | 0.04401429975 |

| MIPARP rieditato | |
|--|---------------------|
| Vertici totali: | 140239 |
| Vertici potenzialmente non congruenti: | 1287 (toller. 5 m.) |
| Vertici coincidenti: | 108671 |
| % vertici potenzialmente non congruenti: | 0.91771903678 |
| % vertici coincidenti: | 77.48985660194 |



Statistiche sui micro-poligoni:

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Miparp originale: | 15.657 micro-poligoni |
| SUM-AREA | 217184.584344 |
| MEAN-AREA | 13.871405 |
| MIN-AREA | 0.000000 |
| MAX-AREA | 3920.194605 |
| STD-AREA | 35.810163 |
| SUM-PERIMETER | 608299.949950 |
| MEAN-PERIMETER | 38.851629 |
| MIN-PERIMETER | 0.007114 |
| MAX-PERIMETER | 1646.528836 |
| STD-PERIMETER | 43.419736 |

| | |
|------------------------------|---------------------|
| MIPARP dopo l'editing | 2291 micro-poligoni |
| SUM-AREA | 21722.685595 |
| MEAN-AREA | 9.481748 |
| MIN-AREA | 0.000000 |
| MAX-AREA | 49.658672 |
| STD-AREA | 13.263263 |
| SUM-PERIMETER | 138768.180906 |
| MEAN-PERIMETER | 60.571009 |
| MIN-PERIMETER | 0.001497 |
| MAX-PERIMETER | 1511.637272 |
| STD-PERIMETER | 90.238025 |



5.2 Congruenza Semantica

Una volta che tra due strati informativi siano stati risolti tutti i possibili casi di incongruenza geometrica e topologica, è possibile rilevare situazioni in cui sussista un altro livello di incongruenza, legata alla natura e al significato dei dati. La congruenza da verificare è detta in questo caso congruenza semantica.

Abbiamo già accennato alla difficoltà di verificare l'incongruenza semantica tra due dati nel capitolo 4, paragrafo 4.2.3 (Strumenti Procedurali); qui di seguito esplicheremo meglio questo concetto.

Nel caso di congruenza semantica, l'impossibilità che si verifichi una certa situazione non riguarda il rapporto geometrico tra entità, ma un'impossibilità, o almeno una forte improbabilità, di contenuti. Non è infatti possibile, ad esempio, che da uno strato informativo si ricavi l'informazione che una certa area è "mare" mentre da un altro si scopra che la stessa area è "bosco".

Nel caso areale, un'operazione di verifica della congruenza geometrica porta alla nascita di uno strato informativo che, a seconda della metodologia adottata, può essere formato da aree che sono di fatto un accorpamento di areole elementari, nate da un'operazione di overlay topologico tra strati preesistenti. Quest'ultima operazione potrebbe aver generato areole semanticamente inconsistenti. L'operazione di verifica di congruenza semantica pertanto può essere effettuata in due momenti diversi:

Layer risultato: attributi

Da layer 1:

AAA

BBB

CCC

...

Da layer 2:

XXX

YYY

ZZZ

- prima della creazione del layer risultato, verificando la congruenza semantica della schiacciata di aree ottenuta da un overlay topologico
- dopo la creazione del layer risultato, verificando la congruenza semantica tra il layer risultato e altri layer; questa operazione ha inizio comunque da un'operazione di overlay topologico tra il layer risultato e ciascuno dei layer di verifica.



Qualunque sia il caso, quindi, il problema può essere ricondotto alla verifica della congruenza semantica tra due layer di tipo areale.

Un'operazione di overlay topologico di tipo classico tra due layer areali dà, come risultato, un layer, sempre areale, dove ogni area risultato eredita gli attributi presenti nelle aree dei due strati di origine. La ricerca della congruenza è possibile proprio nella tabella degli attributi del layer risultato.

Supponendo che ogni layer di origine sia congruente con se stesso, e che quindi non vi sia contraddizione nel fatto che un'area assuma contemporaneamente i valori "AAA", "BBB", "CCC", può accadere, invece, per esempio, che non sia semanticamente possibile che un'area assuma contemporaneamente i valori "AAA" e "ZZZ", oppure "BBB" e "YYY" insieme a "XXX".

E' pertanto relativamente semplice, in linea di principio, la verifica di congruità purché si riesca a definire le incompatibilità. In pratica bisogna definire una serie di regole che occorre verificare, o meglio casi che non possono essere verificati; eseguire una ricerca che evidenzi i casi cercati e operare di conseguenza. Un esempio di casi è:

Se l'item AAA assume il valore 15, l'item XXX non può essere negativo

Se l'item AAA e l'item BBB non sono "null", l'item ZZZ deve essere "null"

Alcuni casi possono coinvolgere anche gli aspetti geometrici:

Se l'item AAA assume il valore 15, la superficie deve essere > 500 metri quadri.

Quest'ultima condizione, presumibilmente verificata nel layer di origine, non lo è necessariamente nel layer risultato.

L'identificazione di aree che rientrano nei casi specificati si può eseguire coi normali strumenti di query. Il vero problema, in realtà, non è tanto l'esecuzione del controllo quanto la definizione dei casi da rilevare. E' facile immaginare che, specialmente nel caso di item che assumono molti valori, esista una quantità di casi identificabili solo con un chiaro e univoco modello logico dei dati.



E' anche ipotizzabile che alcune situazioni siano chiaramente impossibili (come il caso citato precedentemente in cui da uno strato informativo si ricavi l'informazione che una certa area è "mare" mentre da un altro si scopra che la stessa area è "bosco"), mentre in alcuni casi la situazione non sia così chiara: ad esempio da uno strato informativo si può ricavare l'informazione che una certa area è "mare" mentre da un altro si scopra che la stessa area è "fiume"; in questo esempio la cosa è improbabile, ma, in prossimità di una foce, si può trattare di una diversa interpretazione di un dato.

Una soluzione più complessa, alla luce del caso adesso citato, consiste nell'attribuire un "fattore di improbabilità" a specifiche combinazioni nei valori degli attributi e quindi nella valutazione globale del grado di coerenza semantica della base, eventualmente seguita da un'azione correttiva. Nel caso citato le regole di incongruenza assumono, sempre con riferimento agli esempi precedenti, la forma seguente.

| Condizione | Impossibilità | Improbabilità |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| AAA=15 and XXX<0 | no | 0.95 |
| AAA≠null and BBB≠null and ZZZ≠null | sì | |
| AAA=15 and Sup≤500 | no | 0.85 |

Viste le caratteristiche dell'operazione, questo tipo di verifica risulta facilmente integrabile nelle operazioni di verifica della congruenza geometrica. Infatti la congruenza semantica non produce nuova informazione geometrica, e quindi opera su aree che già precedentemente si sono formate. E' pertanto sicuramente più produttivo, durante la fase di verifica di congruenza geometrica, operare congiuntamente una verifica di tipo semantico.

La verifica di congruenza semantica per dati lineari sembra inutile, o di fatto già eseguita durante la fase di verifica della coerenza geometrica.

Un'incongruenza semantica, infatti, si avrebbe nel caso in cui sia semanticamente impossibile (o improbabile) che un certo elemento lineare sia appoggiato ad un altro elemento lineare appartenente ad un altro strato. Questa situazione non può accadere in quanto la metodologia della schiacciata ha già operato una scelta in questo senso nel momento in cui, analizzando il modello logico dei dati, ha selezionato solo alcuni strati informativi. Se questi sono stati selezionati è automaticamente garantita la congruenza semantica tra di essi e il layer finale.



Per aiutare l'operatore nella fase di controllo semantico del dato corretto viene fornita una procedura che crea un file di Meta-informazione: accetta come parametro il nome dello strato informativo e restituisce un file di testo contenente, per ogni feature, i nomi degli items ed i valori contenuti.

Procedura di "controllo semantico" sul Manuale Operativo pag. 6



6 CONCLUSIONI

6.1 Problemi riscontrati sui dati dell'Ufficio Pianificazione Territoriale

L'analisi dei dati utilizzati durante questa esperienza ha evidenziato una serie di problemi, riguardanti le basi tematiche su cui imporre la congruenza.

Le basi cartografiche esistenti presso l'ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano, sono il risultato di acquisizioni realizzate in momenti diversi, con strumenti di diversa tecnologia, diverse procedure ed operatori con esperienze differenti. Inoltre alcune sono il mosaico di acquisizioni effettuate da persone diverse con differenti interpretazioni.

Elenchiamo qui i problemi generali riscontrati nella cartografia da integrare.

1. Il dato non è consistente in corrispondenza delle cornici delle CTR usate come base topografica di riferimento: questo per mancata verifica di consistenza tra le minute o per differente interpretazione del disegnatore-digitalizzatore del dato;
2. Le cartografie di riferimento (topografia) adoperate per l'acquisizione delle basi cartografiche sono diverse da base a base; questo implica che gli elementi topografici di riferimento messi a disposizione dalle cartografie di base siano differenti. A parte i casi ovvi di uso di topografia di riferimento differente per scala o versione con la CTR94 vector, anche il raster CTR94 differisce dal corrispondente vettoriale, non solo per contenuto informativo.
3. Ridondanza di informazioni: tematismi appartenenti a basi cartografiche differenti, ma con contenuti informativi semanticamente connessi, quindi geometricamente coincidenti, sono acquisiti separatamente. Questo comporta costi e tempi di acquisizione maggiori e cattivi risultati. La acquisizione degli stessi elementi più volte, in tematismi diversi, si riflette in una serie di problemi che si presentano nel loro utilizzo congiunto. Infatti, quando si effettuano operazioni di analisi spaziale, calcoli statistici, interrogazioni, stampe, ecc., i risultati sono non attendibili per la mancata coincidenza geometrica tra gli elementi semanticamente coincidenti.
4. L'accuratezza geometrica del dato non rispecchia la scala nominale della cartografia;

L'insieme delle problematiche riscontrate si sintetizza nella mancanza di un coordinamento generale nella creazione delle basi informative. I problemi riscontrati



infatti non esisterebbero se la progettazione delle basi fosse avvenuta all'interno di una struttura con un potere di coordinamento sul SIT inteso non solo come strumento informatico, ma soprattutto come insieme di Basi di Dati.

Una progettazione coordinata avrebbe evitato l'uso di basi di riferimento diverse, avrebbe definito un modello dati non ambiguo (almeno rispetto alla geometria della base di riferimento) e avrebbe permesso, nell'acquisizione di determinate entità territoriali, il riuso di geometrie già presenti in altri strati tematici quando semanticamente uguali.

È stata inoltre osservata, in alcuni casi, la mancata o parziale applicazione delle procedure di acquisizione documentate nelle specifiche per: inesperienza, scarse motivazioni e competenze di chi digitalizza o per linguaggio troppo tecnico delle specifiche.

6.2 Metodologia Generale

Esponiamo qui di seguito i principi ispiratori della metodologia indipendentemente dalla natura del dato integrando e dall'ambiente software in cui realizzare le procedure.

Ripetiamo che la metodologia risolutiva non può considerarsi come isolata ad un problema specifico, ma deve essere considerata come parte di una più generale strategia di gestione del SIT all'interno dell'Ente. La metodologia risolutiva non è quindi un fatto tecnico, ma coinvolge elementi di tipo organizzativo, come tipico nell'impostazione di un Sistema Informativo.

- Riusare l'informazione geometrica esistente appartenente alla base cartografica di riferimento o alle altre basi già integrate e congruenti utili allo scopo. Il riuso deve avvenire a livello numerico, cioè tale da garantire l'identità numerica del nuovo dato con quello utilizzato per il suo riuso.
- Utilizzare per il riuso una base stabile nel tempo e di ottima qualità; in particolare i vari strati informativi della base devono rispettare tra di loro le caratteristiche di coerenza che vengono richieste agli altri strati.
- Analizzare e documentare gli aspetti geometrici e semantici dell'informazione tematica da integrare in sé e in rapporto alla base topografica di riferimento e alle altre basi integrate.



- Ridurre al minimo la distanza culturale tra l'esperto tematico che crea l'informazione e il tecnico che la digitalizza; di fatto minimizzare lo spazio di interpretazione nel disegno (o ridisegno) del dato da parte dell'operatore. Se possibile affidare direttamente all'esperto tematico le operazioni di acquisizione e/o correzione.
- Seguire una strategia di progettazione comune per il SIT e per tutte le basi tematiche che lo compongono, in modo che il riuso delle basi e la generazione di nuova informazione avvengano in una logica unica. Ciò porterà anche alla riduzione di ridondanza delle informazioni.
- Monitorare lo sviluppo del SIT, inteso come progressiva integrazione di strati informativi, mantenendo e verificando la congruenza del contenuto informativo del SIT con apposite procedure nel corso della sua crescita ed evoluzione.

6.2.1 Metodologia generale per la cartografia da acquisire

In questo caso siamo di solito in presenza di un contenuto informativo da digitalizzare a partire da minute eseguite magari su basi topografiche diverse da quella di riferimento adottata. Situazione migliore è quella di un dato da perimetrare ex novo, potendo così applicare tutti i passi metodologici di seguito esposti fin dal disegno su supporto analogico.

1. Produrre un'analisi dell'informazione da acquisire; l'analisi deve coinvolgere un esperto disciplinare che conosca il tipo di dato e un tecnico che opera all'interno del SIT, che conosca il patrimonio informativo esistente e le metodologie di acquisizione adottate. L'analisi deve individuare le relazioni spaziali possibili tra il dato e gli strati informativi già congruenti che popolano il SIT, con precedenza e particolare attenzione a quelli della CTR'94 vector.
2. Selezionare l'informazione geometrica della CTR'94 vector e di quant'altro presente nel SIT utile all'integrazione della nuova base cartografica, che complessivamente possiamo indicare come livelli di controllo stabilendo, se possibile, una scala di priorità nelle congruenze del dato verso gli strati informativi pertinenti suddetti del SIT. Con l'informazione così ottenuta creare un supporto cartaceo (eventualmente integrato da altri strati tematici del SIT ritenuti utili per inquadramento e controllo e da raster) e un archivio di primitive (Schiacciata)



3. Disegnare il dato sulla stampa rispettando le relazioni spaziali, i vincoli e le priorità precedentemente chiarite.
4. Allestire un ambiente di editing dedicato alla digitalizzazione del dato con gli strati informativi necessari con le opportune simbologie, con funzionalità di editing specifiche ed evolute (come *snap* differenziati e funzionalità di *copia*, *incolla* e *assembla* di primitive geometriche).
5. Acquisire il dato in digitale a partire dalle geometrie numeriche esistenti organizzate in primitive utili alla digitalizzazione
6. Verificare la congruenza del dato con apposite procedure ad hoc che ne misurino la congruenza interna (correttezza della topologia, delle attribuzioni, ...) ed esterna (rispetto dei vincoli e relazioni stabilite e descritte) ed in caso di responso insoddisfacente tornare al punto 5.

La sequenza descritta ipotizza la separazione tra le operazioni di chi crea il dato (esperto tematico) e chi lo digitalizza (tecnico digitalizzatore). L'intera metodologia risulta più compatta e più efficace se l'esperto che crea il dato opera direttamente sullo strumento informatico. In questo caso il passo 3 viene eliminato e soprattutto vi è identità tra esperto tematico e tecnico digitalizzatore.

6.2.2 *Metodologia generale per la cartografia acquisita*

In questo caso esiste già una base cartografica numerica sicuramente incongruente, della quale possono o meno essere disponibili le minute analogiche del primo disegno. Di solito inoltre, non esiste una completa descrizione del suo modello concettuale, ma può esistere una descrizione del suo schema fisico.

1. Produrre un'analisi dell'informazione disponibile su cui occorre imporre la congruenza; l'analisi deve coinvolgere un esperto disciplinare che conosca il tipo di dato e un tecnico che opera all'interno del SIT, che conosca il patrimonio informativo esistente e le metodologie di acquisizione adottate. L'analisi deve individuare le relazioni spaziali possibili tra il dato e gli strati informativi già congruenti che popolano il SIT, con precedenza e particolare attenzione a quelli della CTR'94 vector.
2. Selezionare l'informazione geometrica della CTR'94 vector e di quant'altro presente nel SIT utile all'integrazione della nuova base cartografica, che complessivamente possiamo indicare come livelli di controllo, stabilendo, se possibile, una scala di priorità nelle congruenze del dato verso gli strati informativi pertinenti suddetti del



SIT. Con l'informazione così ottenuta creare un supporto cartaceo (eventualmente integrato da altri strati tematici del SIT ritenuti utili per inquadramento e controllo e da raster) e un archivio di primitive (Schiacciata).

3. Misurare l'incongruenza del dato numerico con apposite procedure ad hoc che ne quantifichino la congruenza interna (correttezza della topologia,...) ed esterna (rispetto dei vincoli e relazioni definite).
4. Valutare le possibili strategie di imposizione della coerenza, confrontando in particolare il costo dell'approccio "a posteriori" (utilizzo misto di procedure di verifica, correzione automatica e riediting) rispetto ad una sua completa nuova acquisizione. Nel caso si decida per una nuova acquisizione si segue la metodologia della congruenza a priori; altrimenti si passa ai punti successivi.
5. Allestire un ambiente di editing dedicato alla digitalizzazione del dato con gli strati informativi necessari con le opportune simbologie, con funzionalità di editing specifiche ed evolute (come snap differenziati e funzionalità di copia, incolla e assembla di primitive geometriche).
6. Caricare ed esaminare il dato numerico incongruente nell'ambiente di editing individuandone gli errori e interpretandone le necessarie correzioni. L'operatore deve avere ben chiaro dove intervenire e la sua personale interpretazione della correzione deve essere guidata dalla piena comprensione delle conoscenze di cui al punto 1.
7. Verificare la congruenza del dato con apposite procedure ad hoc che ne misurino la congruenza interna ed esterna (rispetto dei vincoli e relazioni stabilite e descritte) ed in caso di responso insoddisfacente tornare al punto 6.

Analogamente al caso della congruenza a priori, la sequenza descritta ipotizza la separazione tra le operazioni di chi conosce il dato (esperto tematico che ne identifica le relazioni spaziali con gli altri strati) e chi lo corregge (tecnico digitalizzatore). L'intera metodologia risulta più compatta e più efficace se l'esperto che conosce il dato opera direttamente sullo strumento informatico al processo di correzione.

6.3 Considerazioni finali

Questo lavoro svolto per l'Amministrazione Provinciale di Milano riveste, per l'esecutore, caratteristiche particolari; esso non è infatti un lavoro di mera produzione di dati o pacchetti software, ma qualcosa di più complesso in cui un prodotto software si



inquadra in una metodologia la quale, a sua volta, è uno degli elementi base di un momento organizzativo.

E' noto che l'efficacia di un Sistema Informativo (e in particolare un Sistema Informativo Territoriale) aumenta con il numero e l'eterogeneità dei dati gestiti. D'altra parte il processo di incrocio di dati, tipico di uno strumento GIS, fornisce un'informazione nuova la cui qualità dipende, nel bene e nel male, dalla qualità delle informazioni componenti.

Si prospettano pertanto due scenari: uno virtuoso in cui la crescita di un SIT avviene secondo regole definite e rispettate, in modo che tutto il patrimonio informativo si integri e fornisca informazioni derivate affidabili; un altro, vizioso, in cui si assiste alla crescita di informazione scoordinata e scarsamente integrabile.

Questi scenari vanno visti nella logica di un rapporto costi/benefici di un SIT, dove i costi di impianto sono elevati e i benefici sono distribuiti nel tempo. E' evidente che solo il primo scenario può garantire un buon rapporto costi/benefici e, in ultima analisi, il successo di "un'operazione SIT" di questa portata.

E' stato anche dimostrato in questo lavoro che una crescita corretta del patrimonio informativo è realistica solo con un approccio che presuppone un ruolo di coordinamento, sia all'interno degli uffici, sia all'esterno. Il ruolo di coordinare la crescita progressiva delle informazioni in modo che un SIT mantenga l'efficacia delle sue funzioni nel tempo, è un ruolo fondamentale che oggi non è definito ed è addirittura poco compreso.

Ci si augura quindi che una "filosofia di congruenza dei dati" diventi uno standard non solo all'interno dell'Ufficio di Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano, ma soprattutto all'interno dell'Ente, e se possibile anche nel rapporto tra l'Ente e altri Enti coordinati o collegati. Tale standard non è ovviamente solo un momento tecnico ma deve essere dotato di tutto il supporto organizzativo e "politico" che un Ente può produrre, in modo che il patrimonio informativo passi dalla logica di archivi di dati verticali e fortemente finalizzati alla logica di Sistema.