

Argomento

Il modello della geometria per il Data Base Topografico

Documentazione di riferimento

Specifiche di contenuto e schema fisico di consegna del Data base topografico -
Versione 3.0 dicembre 2007 – Approvato con DGR 20 febbraio 2008 - n. 8/6650-
pubblicate sul BURL 1° supplemento straordinario di martedì , 22 aprile 2008.

Shape file interessati

Tutti

Versione 2.0

Data 1 marzo 2009

Introduzione

Nel progetto del database topografico il formato di consegna prevede l'utilizzo di "shape file", i quali fanno riferimento al formato "shape" definito dalla ESRI, reso disponibile nelle sue specifiche ("ESRI Shapefile Technical Description, An ESRI White paper" – July 1998) e attualmente uno degli standard "de facto" nel trasferimento dati tra sistemi GIS, in attesa di verificare se possa essere sostituito dal formato gml. Come tutte le definizioni dei formati dati, lo standard "shape" si concentra sulla definizione sintattica del formato dei dati (ad esempio, come vanno memorizzate le coordinate di un poligono), mentre viceversa include solo alcune proprietà semantiche dei dati (ad esempio, la sequenza ordinata delle coordinate del confine di un poligono devono definire un senso di percorrenza orario del confine stesso). La generazione di uno shape file dovrebbe quindi rispettare sia la struttura fisica e sia i criteri semantici di caricamento dei dati, tuttavia mentre i vincoli sintattici sono forti, quelli semantici no; nessun sistema carica un file che non rispetta il formato fisico dello "shape", mentre una volta letto il file dipende dal singolo sistema il come comportarsi in presenza di una violazione di una proprietà semantica e non tutti i sistemi garantiscono lo stesso comportamento.

Considerando che i dati del database topografico sono prodotti da società diverse con tecnologie differenti e che le aggregazioni che ricevono i dati li caricheranno poi in sistemi tecnologicamente eterogenei tra di loro diventa fondamentale garantire l'interoperabilità dei dati tra piattaforme differenti. Per ottenere ciò è necessario definire un modello unico e non ambiguo delle proprietà semantiche che si richiedono ai dati contenuti nello shape file di interscambio e garantire che i file consegnati le rispettino. In questo modo il processo di interscambio è basato sul modello di riferimento della geometria ed è quindi indipendente dalle tecnologie utilizzate nel soggetto produttore dei dati rispetto ai soggetti consumatori dei dati stessi. I fornitori dei dati potranno utilizzare le tecnologie che vogliono purché siano in grado di generare lo shape che soddisfi il modello proposto e ciò evita ai fornitori di doversi preoccupare delle tecnologie dei singoli utenti. Viceversa chi riceve i dati è

garantito sulle caratteristiche dei dati ricevuti e quindi può generarsi i driver per caricare i dati senza perderli all'interno dei propri sistemi tecnologici.

Per avere una definizione il più possibile rigorosa del modello geometrico adottato si è preso come riferimento il modello geometrico definito dagli standard della serie 19100 dell'ISO TC211 che si occupa di informazioni geografiche e dagli standard del TC che si occupa dell'estensione di SQL ai dati geografici che a loro volta sono un'evoluzione delle proposte iniziali del consorzio OpenGeospatial (conosciuto come OpenGIS); in particolare il modello adottato si basa sul "simple feature model" definito dal consorzio OpenGeoSpatial e diventato standard ISO 19125-1 del TC211 e standard ISO/IEC 13249-3 per SQL. Si noti che a questo modello si sono resi conformi i sistemi commerciali esistenti anche se la conformità sul modello dei dati non garantisce lo stesso comportamento dei sistemi che operano sui dati in particolare in presenza di errori. Si noti che il modello della geometria è descritto unendo contemporaneamente la geometria interpretata in modo intuitivo come un insieme di punti e la geometria realizzata attraverso la rappresentazione vettoriale. Il modello della geometria adottato in Regione Lombardia si basa sul modello GeoUML (definito dal gruppo di ricerca SpatialDBgroup del DEI del Politecnico di Milano) che rappresenta il modello di riferimento adottato nel progetto "Specifiche tecniche per i DB Topografici" del Centro Interregionale per i Sistemi Informatici, Geografici e Statistici (CISIS).

Il simple feature model è stato poi adattato tenendo conto dello standard del formato "shape" adottato per la consegna dei dati e dei vincoli espressi nelle specifiche di contenuto. Infine il modello non considera i problemi di rappresentazione delle coordinate sul calcolatore e i problemi di tolleranza nella valutazione delle proprietà e quindi qualsiasi vincolo geometrico descritto fa riferimento alla tolleranza zero.

Questo approfondimento si pone quindi l'obiettivo di dettagliare le caratteristiche del modello geometrico adottato, permettendo in questo modo di definire quale siano le caratteristiche di qualità che saranno verificate dai controlli. Infine saranno riportate alcune considerazioni legate al tema della rappresentazione finita delle coordinate sul calcolatore.

1. Il modello vettoriale della geometria delle specifiche di contenuto

Il modello geometrico considera solo tre tipi di oggetti geometrici elementari: il punto, la curva e il poligono come mostrato in Figura 1; gli aggregati di oggetti geometrici non sono considerati in questo modello.

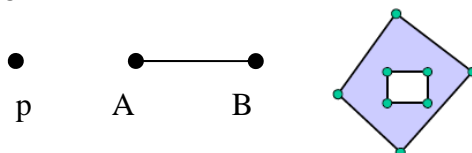


Figura 1.

Le proprietà intuitive di questi tipi geometrici sono noti a tutti dalla geometria elementare e sono basati sull'interpretazione dell'oggetto come insieme di punti. Nel processo di acquisizione e nella memorizzazione di tali oggetti in un sistema informatico si utilizza tuttavia la rappresentazione vettoriale della geometria che consiste nel descrivere una curva come una sequenza ordinata di vertici e un poligono come un insieme di curve che ne descrivono il confine (ad esempio, per definire il poligono di Figura 1 si utilizzano due curve, una per il confine esterno e una per il confine del buco interno, dove ogni curva è poi rappresentata come una sequenza di vertici). Inoltre tale descrizione presuppone un'interpolazione tra i vertici della sequenza che nel modello può essere solo lineare; si

noti che un oggetto definito come insieme di punti (ad esempio, la curva di Figura 1) può essere descritto da diverse rappresentazioni vettoriali (ad esempio, la curva di Figura 1 può essere descritta dalla sequenza di vertici $\langle A, B \rangle$ e $\langle A, B, A \rangle$) e queste non sempre preservano le proprietà originali intuitive. Definire le proprietà dei tipi geometrici significa quindi fissare le proprietà associate al tipo inteso come insieme di punti e le conseguenze di tali proprietà sulla rappresentazione vettoriale.

Lo spazio nel quale sono definiti tutti gli oggetti è tridimensionale, ma i tipi geometrici possono essere bidimensionali (coordinate X, Y , ma senza Z) o tridimensionale (coordinate X, Y, Z). In particolare un oggetto può essere (il tipo geometrico dello shape associato è definito tra parentesi):

- un punto tridimensionale rappresentato dalla terna di coordinate $\langle x, y, z \rangle$ (pointZ) o bidimensionale descritto da una coppia di coordinate $\langle x, y \rangle$ (point);
- una curva tridimensionale rappresentata da una sequenza di vertici descritti dalla terna di coordinate $\langle x, y, z \rangle$ (polylineZ) o bidimensionale se i vertici sono descritti da una coppia di coordinate $\langle x, y \rangle$ (polyline);
- un poligono tridimensionale descritto dalle curve tridimensionali di confine che lo delimitano (polygonZ) o bidimensionale se delimitato da curve bidimensionali (polygon).

La descrizione topologica degli oggetti dei tipi geometrici vede ogni oggetto come topologicamente chiuso e quindi composto da due parti che unite formano l'oggetto: il confine (boundary) e l'interno (interior).

Il confine è dato dall'insieme di punti che limitano l'estensione dell'oggetto, supponendo di essere in uno spazio di riferimento della stessa dimensione dell'oggetto. Pertanto il confine di un punto non esiste, quello di una curva è rappresentato dagli estremi della curva stessa (per es., i punti A e B della curva di Figura 1) e infine quello di un poligono è rappresentato dalle curve che delimitano il poligono (per es., la curva esterna dell'area e quella interna del buco del poligono di Figura 1).

L'interno è dato dall'insieme di punti che costituiscono la parte di un oggetto geometrico delimitata dal suo confine. In particolare l'interno di un punto è il punto stesso, l'interno di una curva è dato da tutti i punti della curva esclusi gli estremi e l'interno di un poligono è ottenuto escludendo i punti appartenenti alle curve di confine.

Si noti che imporre che l'unione dell'interno dell'oggetto al suo confine deve coincidere con l'oggetto significa eliminare alcuni oggetti irregolari quali ad esempio, il poligono con dei tagli lineari interni o delle punture interne al poligono (buchi composti da un solo punto).

Il modello della geometria adottato nelle specifiche di contenuto esclude i tipi geometrici costruiti come aggregati di tipi elementari (ad esempio una multicurva). Un aggregato deve essere quindi scomposto nei suoi oggetti di tipo geometrico elementare e quindi un aggregato richiede l'utilizzo di più record di uno shape, ciascuno dedicato alla memorizzazione di uno degli oggetti elementari dell'aggregato (ad esempio, negli shape lineari non si deve usare il multipart). Si richiamano alcuni esempi per capirne le implicazioni nell'ambito del database topografico:

- l'ingombro al suolo di un edificio tagliato a metà da un sottopassaggio richiede due poligoni disgiunti che devono quindi essere memorizzati in due record dello shape della classe edificio e non in un solo record;
- una strada composta da tratti lineari non connessi richiede di memorizzare la geometria di ogni tratto connesso semplice in un record dello shape della classe elemento stradale;

- per gli shape lineari non è prevista l'applicazione della segmentazione dinamica, per cui la definizione degli attributi a tratti richiede la segmentazione fisica ovvero il partizionamento di un elemento (ad esempio il percorso di una strada) in tratti semplici distinti (le curve degli elementi stradali), ognuno omogeneo nel valore dell'insieme degli attributi a tratti definiti. L'insieme dei tratti che condividono uno stesso insieme di valori degli attributi a tratti rappresenta in generale un aggregato di curve (disgiunte o che formano biforcazioni) che non può quindi essere memorizzato in un unico record dello shape, ma deve essere descritto da più record dello shape, ognuno dedicato ad un singolo tratto rappresentabile come curva semplice. Si noti che lo stesso criterio si adotta per gli attributi a sottoaree sui poligoni. Si noti che viceversa si sconsiglia di partizionare una curva semplice (o un poligono semplice) in due curve semplici adiacenti, perché si genera inutilmente un aggregato quando è sufficiente un tipo elementare e si devono utilizzare più record per la sua memorizzazione.

1.1 Il punto

Non ha proprietà aggiuntive a quelle generali descritte nella sezione precedente.

1.2 La curva

Una curva è descritta da una sola sequenza di coordinate dei vertici della spezzata che la definiscono. Ogni coppia adiacente di vertici della spezzata definisce un singolo segmento a interpolazione lineare e quindi un segmento non deve degenerare ad un punto evitando in questo modo che transitivamente anche l'intera curva possa degenerare ad un punto (ad esempio, se tutti i vertici della curva coincidono). Si noti che lo standard degli shape file vieta la degenerazione di una curva a punto.

Una stessa curva vista come insieme di punti può essere descritta da diverse rappresentazioni vettoriali (ad esempio, le sequenze di vertici $C1=\langle v1,v3,v4 \rangle$, $C2=\langle v1,v2,v4 \rangle$, $C3=\langle v1,v3,v2,v4 \rangle$, $C4=\langle v1,v2,v3,v4 \rangle$ o $C5=\langle v1,v2,v4,v1 \rangle$ della curva di Figura 2), ma il modello accetta solo quelle per cui non esistono mai due segmenti che si sovrappongono anche solo parzialmente. La definizione accetta quindi le curve vettoriali $C1$, $C2$ e $C3$, ma non le curve $C4$ e $C5$.

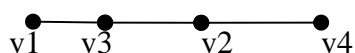


Figura 2.

Questa restrizione evita contraddizioni tra la rappresentazione intuitiva e quella vettoriale; ad esempio, la curva semplice di Figura 2 sarebbe interpretata come autointersecante in infiniti punti nelle rappresentazioni vettoriali $C4$ e $C5$.

Il confine di una curva aperta è rappresentato dagli estremi della curva (ad esempio, i vertici $v1$ e $v4$ di Figura 2 o i vertici "s" ed "e" di Figura 3, casi (1) e (2)), ossia il primo e l'ultimo vertice della sequenza di vertici quando questi non coincidono, altrimenti la curva è chiusa e il confine non esiste (Figura 3, casi (3) e (4)).

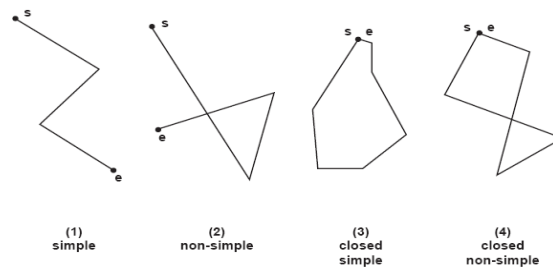


Figura 3.

Una curva in generale può essere aperta o chiusa, tuttavia si ricorda che deve essere chiusa se la curva descrive il confine di un poligono.

Una curva è poi semplice se il suo interno (la curva esclusi i confini) non passa dallo stesso punto più di una volta o se viceversa passa 2 volte dallo stesso punto, ma tale punto corrisponde al primo e ultimo vertice della sequenza (gli estremi), altrimenti c'è un'autointersezione o un'autotangenza e la curva si dice non semplice, come ad esempio le curve (2) e (4) di Figura 3). Si noti che non è necessario che il punto di intersezione coincida con vertici della sequenza di coordinate.

Una curva chiusa e semplice è chiamata anello (ring) ed è tipicamente utilizzata nella definizione dei poligoni.

Alcune proprietà dipendono da caratteristiche metriche che sono dipendenti quindi dalla convenzione che viene adottata (ad esempio, la distanza minima tra vertici di una curva, il numero massimo di vertici di una curva). Per questo motivo non sono state per ora introdotte nel modello ad eccezione dell'assenza di cuspidi (angoli tra due segmenti adiacenti della stessa curva con angolo inferiore ad un valore di riferimento); attualmente il modello sta sperimentando il valore di soglia di 3 gradi.

1.3 I poligoni

Un poligono è definito da un anello (curva semplice e chiusa) che descrive il suo confine esterno e da 0 o più anelli che ne descrivono i buchi. La superficie del poligono corrisponde all'area racchiusa dagli anelli nel caso in cui gli anelli siano definiti da curve bidimensionali (polygon), mentre nel caso in cui essi siano definiti da curve nello spazio 3D (polygonZ) la superficie del poligono corrisponde all'area delimitata dalla proiezione sul piano XY degli anelli tridimensionali.

La definizione dei poligoni tramite le curve di confine implica che tali linee ereditino le proprietà generali di una curva e in particolare quelle degli anelli considerando tuttavia che gli anelli dei polygonZ sono analizzati sia nello spazio 3D che 2D dopo la loro proiezione sul piano XY. Ciò implica che non esistano negli anelli usati per i poligoni tratti di curva verticale (stessa XY e variazione nella sola Z) che possono alterare le proprietà di un anello proiettato (ad esempio, un anello nel piano XZ proiettato sul piano XY diventa una curva semplice).

Ogni record di uno shape poligonale deve descrivere un solo poligono e non un aggregato, ma poiché un poligono può essere bucato, tale poligono sarà costituito in generale da più parti nel record (uno per il confine esterno dell'intero poligono e una o più part per i confini dei buchi interni del poligono) e quindi non è possibile limitare il numero di parti usate nei record dello shape per eliminare la presenza di aggregati.

Innanzitutto si definiscono quali siano le proprietà delle curve che sono ereditate dagli anelli che costituiscono il confine del poligono.

Agli anelli si applicano le proprietà di non degenerazione a punto delle curve prevista anche dallo standard shape file e l'assenza di cuspidi. Inoltre poiché per definizione un anello è una curva chiusa e semplice, sono proprietà sia la chiusura di ogni anello e sia l'assenza di sovrapposizione tra segmenti dello stesso anello (intersezione in infiniti punti) e l'assenza di autointersezione o autotangenza (intersezione in un punto o in un insieme discreto di punti). Si noti che la nozione di anello corrisponde a quella di "ring" introdotta nello standard shape file.

In Figura 4 si mostrano alcuni casi non ammessi dalla proprietà di essere "semplice": nel primo il confine genera uno "spike" che provoca sovrapposizione vietata (si noti che una leggera divaricazione nel segmento condiviso genererebbe una cuspidi), nel secondo si ha una sovrapposizione che può peraltro essere associata all'anello esterno, o all'interno o ad un unico anello, nel terzo la sovrapposizione provoca una degenerazione a curva (si noti che una leggera divaricazione genererebbe uno "sliver polygon" del quale si parlerà poi) e infine nell'ultimo caso l'autointersezione spezza il poligono in due poligoni adiacenti.

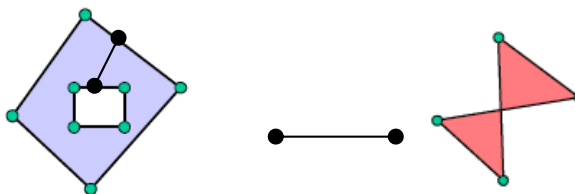


Figura 4.

si noti inoltre che la prima geometria di Figura 4 è descrivibile come poligono dopo aver rimosso la sovrapposizione, mentre la seconda è descrivibile solo come curva e infine l'ultima potrà essere descritta come due poligoni distinti.

Le precedenti proprietà garantiscono che le singole curve rappresentino anelli singolarmente corretti, tuttavia si tratta solo di una condizione preliminare in quanto è necessario verificare anche la qualità delle relazioni esistenti tra gli anelli al fine di verificare la corretta definizione di un poligono corretto. Per questo motivo si definiscono ulteriori proprietà inerenti il poligono e pertanto tutte sono riferite al poligono nello spazio XY e pertanto si considera sempre la proiezione planare degli anelli nel caso di polygonZ.

Lo standard degli shape file distingue dal punto di vista sintattico le "parti" che devono rappresentare i diversi tipi di anelli nella struttura di memorizzazione di un poligono nello shape poligonale; un record descrive un insieme non ordinato di parti che possono fare riferimento al confine esterno e ai buchi di un singolo poligono piuttosto che al confine esterno di un aggregato di poligoni e così via. Ed è proprio per compensare questa lacuna sintattica che lo standard definisce una regola di generazione delle parti al fine di distinguere i vari casi; regola che deve essere usata opportunamente da chi genera uno shape poligonale. In particolare, lo standard ESRI adotta l'approccio degli standard ISO basati sull'orientamento degli anelli nel seguente modo: una parte che descrive un anello che rappresenta il confine esterno di un poligono deve avere un orientamento orario (nel seguito identificato come "anello shell") e viceversa per gli anelli che rappresentano i confini interni dei buchi (nel seguito identificati come "anelli hole"). Si noti che lo standard

shape definisce “dirty” i poligoni che non rispettano questa regola. In questo modo 2 parti che descrivono due anelli shell rappresentano un aggregato di due poligoni semplici e 2 parti che descrivono un anello shell e un anello hole devono rappresentare un poligono con un buco. Si noti che la regola basata sull’orientamento stabilisce una condizione necessaria per l’interpretazione del ruolo degli anelli, ma non è sufficiente per stabilire le proprietà geometriche conseguenti: ad esempio che un buco non possa contenere nella sua estensione l’anello che dovrebbe rappresentare il suo confine esterno.

Per questo motivo si definiscono le ulteriori proprietà reciproche tra gli anelli:

- un poligono è formato da un solo anello shell e da 0 o più anelli hole. La presenza di più anelli shell implica la definizione di un aggregato come mostrato in Figura 5 e non di un poligono semplice.

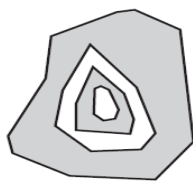


Figura 5

- gli anelli hole devono essere contenuti nel poligono semplice descritto dall’anello shell e non sono quindi ammesse le situazioni di Figura 6 (H rappresenta il buco);

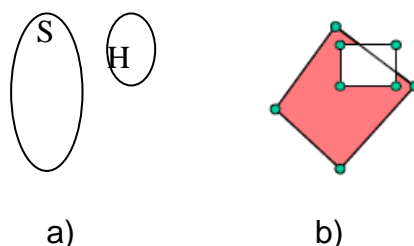


Figura 6

- Ogni anello hole può toccare l’anello shell al massimo in un punto come mostrato in Figura 7.a, ossia la relazione topologica tra l’anello shell e un anello hole deve essere “DJ” (disjoint, l’anello hole non tocca l’anello shell) or “TC (touch, l’anello hole tocca l’anello shell in un solo punto)” (definizione dello standard ISO 19125); si noti che se si toccano in più punti sicuramente il poligono non risulta connesso (come successivamente richiesto) come mostrato in Figura 7.b. Si noti che questa regola e le precedenti garantiscono di evitare poligoni degeneri a curve (l’anello degenerare di Figura 4 o un poligono con un anello shell coincidente con l’anello hole). Si noti che lo standard dello shape file definisce che si devono toccare in punti discreti coincidenti con i vertici dei due anelli, ma non dice nulla sul numero di punti di contatto.

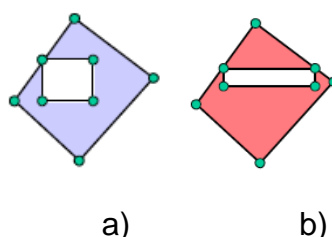


Figura 7

- ogni coppia di anelli hole può toccarsi al massimo in un solo punto come mostrato nella Figura 8.a, ossia la relazione topologica tra l'anello shell e un anello hole deve essere "DJ" (disjoint, l'anello hole non tocca l'anello shell) or "TC" (touch, l'anello hole tocca l'anello shell in un solo punto". Inoltre un anello hole non può mai essere contenuto nel buco descritto da un altro anello hole come mostrato nella Figura 8.b.

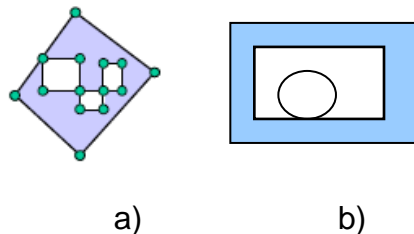


Figura 8

Le proprietà definite sottintendono il fatto che un poligono debba essere connesso in modo forte (definizione dello standard ISO 19125): un poligono è connesso se da qualsiasi punto dell'interno è possibile raggiungere qualsiasi altro punto dell'interno attraverso un percorso che non attraversi mai il confine del poligono. Si noti le precedenti proprietà eliminano alcuni casi di non connessione, tuttavia la definizione data intercetta alcuni casi altrimenti accettati dalle proprietà precedenti come quello mostrato in Figura 9, dove l'insieme degli anelli hole provoca la generazione di due poligoni:

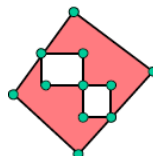


Figura 9

I poligoni sono generati in alcuni casi in fase di fotorestituzione, mentre spesso sono generati in successive fasi di editing. Il processo di creazione può quindi generare falsi poligoni dovuti ad operazioni di sovrapposizione eseguite usando software GIS. La correttezza dei poligoni acquisiti viene controllata dai collaudatori e in parte in base alle procedure di controllo automatizzate che identificano eventuali problemi di incongruenza interna del prodotto. Non è quindi possibile identificare una proprietà che identifichi i poligoni errati, tuttavia è possibile identificare come poligoni sospetti ad esempio poligoni troppo piccoli (sliver polygon) per avere un significato applicativo. Il concetto di "piccolo" introduce una valutazione metriche che quindi va calibrata in funzione del contesto.

Si noti che questa proprietà si applica solo al poligono complessivo e non per verificare l'esistenza di buchi di area troppo piccola.

Si noti infine che i poligoni in quanto superfici bidimensionali sono per definizione semplici e aperti, infatti solo una superficie tridimensionale può autointersecarsi o chiudersi (sfera).

2. Il controllo geometrico e la rappresentazione delle coordinate

I controlli geometrici della qualità di una geometria o di una relazione topologica tra geometrie differenti introducono il tema della precisione nel rilievo delle geometrie, della rappresentazione della geometria sul calcolatore e della precisione nell'editing e nella

restituzione tramite shape file, ossia in ultima analisi anche una riflessione sul processo di acquisizione adottato e sulle tecnologie utilizzate durante il processo.

2.1 La precisione di rappresentazione.

L'acquisizione del dato può avvenire con tecniche differenti, ma se consideriamo il rilievo fotogrammetrico possiamo affermare che la precisione con cui è possibile rilevare i dati mediante la tecnica aero-fotogrammetrica è influenzata da diversi fattori, quali la quota di volo, la camera impiegata, la risoluzione di scansione (nel caso ancora comune dell'impiego di fotogrammi analogici), la risoluzione della camera digitale oltre a dipendere dalla definizione e dalla geometria dei singoli oggetti (il bordo di un prato è individuabile in modo meno accurato del perimetro di un edificio) e infine dipendere anche dal livello di accuratezza della scala. La precisione si attesta entro un ordine decimetrico o al più centimetrico per la scala maggiore adottata nel database topografico.

I dati acquisiti sono poi riprocessati nel sistema al fine di giungere alla consegna finale e durante questo iter è possibile che i dati siano sottoposti ad operazioni topologiche di controllo o ad operazioni per generare nuove informazioni (vedi la ricostruzione dei poligoni). Le manipolazioni geometriche avvenute peraltro in ambienti software diversi generano nuove coordinate o spostano coordinate esistenti e in questo processo generano numeri valori che possono avere precisioni superiori a quelle di acquisizione; ad esempio, un'intersezione tra due segmenti calcola il punto di intersezione in modo analitico determinando coordinate che hanno una precisione matematica teoricamente infinita, tuttavia poiché i dati vanno rappresentati nel calcolatore tale precisione viene limitata a quella della rappresentazione utilizzata sul calcolatore che può essere molto più fine di quella di acquisizione. Si intende come precisione di rappresentazione sul calcolatore, il numero di cifre decimali che possono essere assegnate ad una coordinata reale; nella rappresentazione IEEE754 floating point double precision è possibile arrivare a oltre dieci cifre decimali, ma in alcuni database è possibile memorizzare coordinate con precisione ancora maggiore, ma in questo contesto ci si riferisce al modello IEEE poiché tutte le elaborazioni informatiche sui dati geografici lo adottano. Le procedure informatiche di controllo che operano sulla geometria devono quindi tener conto del fatto che i dati di provenienze diverse abbiamo rappresentazioni a diversi livelli di precisione. Per questo motivo si è adottata una precisione molto elevata in modo da non produrre troncamenti dei decimali in fase di controllo; in particolare, le procedure che si basano sulla tecnologia ESRI e che memorizzano i dati in un geodatabase temporaneo adottano un valore di XY resolution e Z resolution uguale a 10^{-8} metri, mentre le altre adottano la massima precisione concessa dal tipo double che memorizza le coordinate nello shape. Inoltre lo stato della fornitura riportato all'inizio del report di sintesi riportando la precisione ritrovata negli shape di fornitura permette di intercettare casi critici in cui la precisione di acquisizione fosse stata superiore. Infine per evitare che eventuali arrotondamenti diversi possano comunque generare falsi errori nella verifica metrica delle proprietà topologiche dei dati geometrici si è adottato il concetto di tolleranza nelle procedure basate su ESRI operando in particolare con XYtolerance uguale a 10^{-7} metri. Si vuole tuttavia osservare che la tolleranza del calcolatore lavora a dimensioni estremamente più piccole di quelle del rilievo e pertanto due punti dentro la tolleranza del rilievo saranno in generale diversi per la tolleranza di rappresentazione.

2.2 Qualità e precisione

Una precisione maggiore nella rappresentazione non influenza il controllo e quindi la qualità del dato geometrico rilevato. Se degli oggetti geometrici devono essere disgiunti e lo risultano alla precisione del rilievo, allora lo saranno a maggior ragione se la precisione

di rappresentazione sarà maggiore, infatti è come se si effettuasse uno zoom sui dati e quindi dati lontani alla precisione del centimetro risulteranno ancora più disgiunti se si lavora al dimensioni inferiori al μm . Viceversa nel caso di oggetti che devono rispettare proprietà come l'adiacenza l'uso di una precisione maggiore non altera la qualità poiché l'adiacenza è una proprietà forte e indipendente dalla metrica, altrimenti sistemi diversi giudicherebbero la stessa situazione in modo diverso. Pertanto se curve dichiarate adiacenti non lo sono, l'errore esiste indipendentemente dalla precisione delle coordinate; peraltro avere una precisione di rappresentazione molto alta permette nel caso di piccole divergenze dovute alla sola manipolazione informatica di recuperare l'adiacenza attraverso la tolleranza. Si vuole ricordare che quando un punto rilevato serve per più oggetti non lo si rileva più volte in modo indipendente, ma viceversa si usano operazioni di "snap" per forzare la condivisione, infatti il rilievo dello stesso punto più volte genererebbe due punti alla distanza minima del rilievo (ordine dei cm) che sebbene accettabile rispetto ai valori di accuratezza posizionale porterebbe i due punti a non essere mai considerati coincidenti in un'elaborazione informatica anche se basata sulla tolleranza informatica.