

Leonardo Gualandi

# Appunti sulla ricostruzione di linee grafiche

di mappa catastale o presenti in elaborati grafici in genere

per la ricostruzione di confini divenuti incerti

## INDICE

|  |                |
|--|----------------|
| <b>1. Premesse</b>   | <b>Pag. 3</b>  |
| <b>2. I documenti grafici nella riconfinazione</b>                                   | <b>Pag. 5</b>  |
| <b>2.1 Preambolo</b>   | <b>5</b>       |
| <b>2.2 Caratteristiche del supporto cartaceo</b>                                     | <b>7</b>       |
| 2.2.1 Le informazioni attuali  | 7              |
| 2.2.2 Il ripristino delle informazioni originali                                     | 8              |
| <b>2.3 Caratteristiche delle scansioni</b>   | <b>9</b>       |
| 2.3.1 Le informazioni attuali  | 9              |
| 2.3.1.1 Caratteristiche del file raster  | 9              |
| 2.3.1.2 Strumenti impiegati e Metodo di scansione                                    | 10             |
| 2.3.1.3 Operatori  | 10             |
| 2.3.2 Il ripristino delle informazioni originali                                     | 11             |
| 2.3.2.1 Georeferenziazioni "ufficiali"   | 11             |
| 2.3.2.2 L'impiego di programmi   | 11             |
| <b>3. I documenti grafici e le loro georeferenziazioni</b>                           | <b>Pag. 13</b> |
| <b>3.1 Cenni sulla rototraslazione come trasformazione di coordinate</b>             | <b>13</b>      |
| <b>3.2 Fogli con errori di misura e di rappresentazione</b>                          | <b>16</b>      |
| <b>3.3 Fogli con deformazioni</b>  | <b>16</b>      |
| 3.3.1 Fogli parametrati all'origine  | 17             |
| 3.3.2 Fogli non parametrati all'origine  | 18             |
| <b>3.4 La correlazione di più fogli</b>  | <b>19</b>      |
| <b>4. Panoramica dei metodi diffusi di georeferenziazione</b>                        | <b>Pag. 20</b> |
| <b>4.1 Metodi sui quadrilateri parametrici</b>                                       | <b>20</b>      |
| 4.1.1 Metodo "Tani"  | 20             |
| 4.1.2 Metodi di interpolazione sugli incroci parametrici                             | 23             |
| 4.1.2.1 Applicazioni sul singolo quadrato  | 23             |
| 4.1.2.2 Applicazioni su più quadrati   | 24             |
| 4.1.2.3 Calcoli in estrapolazione o in presenza di discontinuità                     | 25             |
| <b>4.2 Metodi in assenza di quadrilateri parametrici</b>                             | <b>26</b>      |
| 4.2.1 Metodo su singoli triangoli  | 27             |
| 4.2.2 Metodo mediante distanze   | 28             |
| 4.2.3 Metodi complessivi   | 29             |
| 4.2.4 Punti in estrapolazione rispetto ai punti doppi o in presenza di discontinuità | 29             |
| 4.2.5 Precauzioni  | 29             |
| <b>4.3 Qualche considerazione sulle scansioni</b>                                    | <b>29</b>      |
| <b>4.4 Le coordinate fornite dall'Ufficio</b>  | <b>30</b>      |
| <b>5. Conclusioni</b>  | <b>Pag. 32</b> |



## 1. *PREMESSE*

Le attività tecniche in campo professionale si prestano a due diverse tendenze: la prima mira a capire il problema per studiare una soluzione, la seconda propende per stabilire e imparare soluzioni verificate da applicare a specifici problemi al loro presentarsi. Ogni Professionista tecnico può preferire un approccio o l'altro, e anch'io non faccio eccezione, ma non credo che si debba tentare di individuare la tendenza "migliore": per trattare problemi ripetitivi e simili fra loro è proficuo applicare soluzioni imparate (regole, per così dire), mentre in caso di problemi mutevoli è più sicuro cercare soluzioni *ad hoc*. Normalmente è bene compendiare le due procedure studiando la soluzione più opportuna e ripetendola poi per il numero di volte necessario, come accade per il calcolo delle coordinate ortogonali di un punto rilevato per polari da una stazione, caso talmente diffuso da essere oggetto di moltissimi programmi in commercio. Questo, infatti, è un procedimento molto semplice per cui è evidentemente sufficiente che sia studiato una sola volta per poterlo reiterare indefinitamente. Ma più in dettaglio molti "di noi" seguono questa strategia quando impiegano un foglio di calcolo, personalizzandolo o sviluppandolo *ex novo*.

Più il problema diventa complesso o specifico, più attenzione si dovrà dedicare allo studio della soluzione, che probabilmente avrà valore soltanto in un numero più limitato di ricorrenze. La ricostruzione di linee grafiche, in particolare da mappe catastali, per la ricerca di confini andati perduti, è materia in cui si esprime con particolare evidenza questa complessità perché si incontrano condizioni molto mutevoli, tanto nei tipi di supporti cartacei quanto nelle loro condizioni di conservazione; e a ciò si sommano la variabilità di strumenti e metodi impiegati per la formazione e quella estrema degli schemi ottenibili dai punti di riferimento a disposizione, aggravata dall'incertezza di questi. Ne deriva l'opportunità di alzare significativamente il livello di coscienza: fondamentalmente questa è la ragione per cui molti sostengono che non si possano seguire regole ma si debbano rispettare principi, trovandomi pienamente d'accordo.

In questo breve testo non si considerano gli aspetti generali delle riconfinazioni, per i quali esistono numerosi approfondimenti e altri probabilmente ne verranno, ma si segue piuttosto un'intuizione di Carlo Cinelli, Geometra ben noto agli appassionati della materia, che distingue fermamente l'azione di regolamento di confini – e più in generale la riconfinazione – dalla semplice ricostruzione di confini catastali. Impeccabile constatazione a cui mi pare utile far seguire l'approfondimento della seconda azione. La ricostruzione di una linea catastale spesso viene trascurata o travisata forse perché la si dà per scontata, banale; o perché la si considera marginale o inutile nella convinzione che tentarne una buona ricostruzione sia tempo perso data la modesta precisione della mappa.

Non si vuole qui operare un'impropria rivalutazione della linea grafica rispetto agli elementi di prova, alcuni dei quali ostici per il Professionista Tecnico, che spesso la devono surclassare giuridicamente, ma quando le linee grafiche assumono valore di prova è assai importante che siano trattate con cognizione di causa, e non possiamo escludere che proprio il trattarle in modo corretto – e poter dimostrare di averlo fatto – possa conferire a quelle linee anche un più solido valore giuridico. Considero grossolanamente sbagliata la generalizzazione poc'anzi accennata relativa alla scarsa precisione delle mappe catastali: fermo restando che per la ricostruzione di una linea di confine la mappa da impiegare è certamente quella d'impianto, abbiamo numerosissime evidenze operative che ne dimostrano il diffuso eccellente rigore. Che questo non comporti la certezza a priori del rigore stesso su qualunque linea o punto della mappa, non deve autorizzare operazioni grossolane.

Il crescente interesse per le riconfinazioni ha visto proporre nuove teorie sia legate a una diversa interpretazione del ruolo dei documenti, sia dovute alla diffusa disponibilità delle scansioni dei fogli di mappa. Tuttavia ho individuato un paio di problemi che non mi pare siano stati compiutamente valutati: delle scansioni si è considerata soltanto la qualità, dando forse per (troppo) scontato che questa fosse sufficiente a garantire risultati eclatanti,

e dei nuovi metodi proposti non mi risultano studi completi sulle motivazioni che li sostengono.

Tanto nei testi quanto nei seminari e corsi che trattano l'argomento, ho notato che i vari Autori non hanno giustificato le proprie teorie o, nel migliore dei casi, l'hanno fatto piuttosto sbrigativamente confidando in una certa intuitività o forse proprio fondandovele. Io stesso non faccio eccezione, almeno fino a oggi, pur avendo partecipato assiduamente e attivamente agli eventi degli ultimi anni. Proprio da questa osservazione ho tratto stimolo per l'approfondimento riscontrando alcune conseguenze che reputo di un certo interesse.

Di queste cercherò di occuparmi in questa sede, sperando vivamente di offrire soltanto una stimolazione per ulteriori approfondimenti da parte dei tanti sinceri appassionati che l'attività divulgativa degli ultimi anni mi ha fatto incontrare in tutta Italia. A tutti loro dedico volentieri e con sentita gratitudine questo lavoro.

*(Leonardo Gualandi)*  
*geometra – Bologna*

## 2. I DOCUMENTI GRAFICI NELLA RICONFINAZIONE

### 2.1 PREAMBOLO

Avendo sempre cura di non dimenticare la sussidiarietà della mappa catastale rispetto agli altri eventuali elementi di prova, sappiamo però che proprio la delicatezza di questi ultimi garantisce alla mappa un ruolo comunque significativo. Come significativo sarà quello di altri documenti grafici, in particolare se allegati a titoli di trasferimento della proprietà o in essi richiamati espressamente.

Sottolineo che non intendo qui parlare di frazionamenti o disegni ben forniti di misure correttamente riproducibili: tali documenti probanti sono sicuramente una manna per la riconfinazione, ma il tema che stiamo trattando è la ricostruzione di linee grafiche, catastali o meno. Voglio quindi soffermarmi subito su un paio di principi che, come tali, influenzano tutta la trattazione dell'argomento.

In primo luogo, a differenza di ciò che accade ai documenti numerici, che possono essere copiati con elevatissima probabilità di conservare intatta l'informazione che contengono, in ogni passaggio di riproduzione di un documento grafico si hanno molte probabilità di perdere informazioni. In altre parole, la copia di un documento numerico è molto probabilmente identica, mentre quella di uno grafico non lo sarà praticamente mai.

*Dobbiamo comunque sempre considerare che nessuna copia può incrementare quantità e qualità delle informazioni contenute nell'originale.*

È certo possibile aggiungere dati e annotazioni o processare quelli contenuti producendo qualcosa di più ricco e moderno, ma se dobbiamo leggere informazioni presenti nel documento, come nel caso della ricerca di confini, fa fede l'originale. Ovviamente la copia di un libretto di misure numerico può validamente sostituire l'originale in quanto s'è detto che se ne può certificare la piena rispondenza, ma la copia di un grafico sarà sempre affetta da differenze tali da ridurre l'efficacia probatoria. E anche quella tecnica in genere, poiché gli errori che vi compaiono non possono essere controllati se non ricorrendo comunque all'originale.

Questo mi permette di richiamare l'osservazione che fece tempo addietro un Collega che, riguardo alla valutazione delle differenze riscontrabili fra letture di informazioni dalle scansioni di fogli di mappa da parte di diversi operatori e con diversi metodi, scrisse: *“penso che per fare qualunque tipo di raffronto sia opportuno avere la verità”* come riferimento. E faceva menzione del foglio originale.

Un'osservazione espressa in modo intuitivo e che mi impressionò molto favorevolmente, ma che ricevette più d'una critica anche da specialisti, forse proprio perché espressa così intuitivamente e, se vogliamo, troppo sbrigativamente per essere sufficientemente soppesata. In particolare mi colpirono due risposte: rispetto al supporto cartaceo *“sono molto più precise le coordinate rilevate sui raster”* e *“la verità non esiste più, in quanto era la mappa appena partorita”*, perché proprio queste due evidenziano efficacemente i pregiudizi più insidiosi che dobbiamo affrontare, a cui ho accennato in premessa dicendo che si sostengono teorie confidando nell'intuitività più che sull'approfondimento.

Bisogna in primo luogo sviluppare il concetto di “verità” in rapporto alle riconfinazioni e alla ricostruzione di linee di mappa, ossia ai due temi che è utile tener distinti.

Non si deve trascurare che la riconfinazione, e segnatamente l'azione di regolamento di confini, ha come oggetto un confine divenuto incerto; quindi andato perduto. Non avrebbe alcun senso tecnico lavorare su un confine ben noto, che costituirebbe ovviamente di per sé stesso la “verità”. Eventuali tracce del confine “vero”, quindi di manufatti originali, potranno risaltare soltanto in fase di verifica delle operazioni eseguite, ma non sono mai note

a priori perché altrimenti renderebbero certo il confine e superflua l'operazione nel suo complesso.

Dunque la verità intesa come posizione certa del confine non solo è andata perduta, ma lo sarà per sempre perché del confine si potrà solo cercare la posizione più probabile; e nulla di più. Sarebbe però ingannevole considerare che allo stesso modo sia andata definitivamente perduta anche la “verità” grafica della mappa appena prodotta; infatti il documento rimane originale pur se soggetto a un continuo degrado: in mancanza di altri elementi di prova quel documento testimonia la situazione di diritto. È perciò la “verità” da ricostruire. Con l'obbligo di renderla il più possibile simile a prima delle deformazioni, in quanto quella condizione era la più affine alla situazione di diritto che fosse disponibile.

*Di un elaborato grafico che si dimostra probante sono oggettive solamente le informazioni che esso contiene espressamente.*

Tali informazioni possono essere prelevate oggettivamente, quelle metriche<sup>1</sup> con la sola tolleranza di lettura, ma sono affette da elementi di disturbo – come le deformazioni – e di degrado – come l'offuscamento di colori e di particolari – e poiché la prova migliore era contenuta nelle condizioni originarie, è opportuno (o, meglio, necessario) tentare di ridurre gli effetti di questi elementi di disturbo; cosa che può esser fatta solamente con ipotesi e scelte soggettive. Per questo il procedimento più corretto deve prevedere la lettura più oggettiva possibile del documento disponibile, così da ottenere elementi probanti scevri da soggettività, ai quali si potranno poi applicare procedimenti discrezionali per la correzione delle deformazioni. Questa discrezionalità imporrebbe che ciascuna scelta sia motivata dalle rispettive giustificazioni, non dovendo essere sufficiente *l'ipse dixit* su un certo Autore.

Che poi le informazioni ottenibili dalla scansione siano migliori di quelle ricavabili dall'originale, anche trascurando il “molto” esplicitato in quella critica, è evidentemente un abbaglio! Infatti si tratta pur sempre di lettura di informazioni da una copia, cioè da un documento intrinsecamente peggiore dell'originale ai fini di prova; e dunque nulla assicura che i risultati siano migliori di quelli letti sull'originale. Rileva però molto il fatto che i metodi di prelievo delle informazioni non possano essere gli stessi; è quindi possibile che in un caso sia possibile applicare metodi migliori che nell'altro al punto da consentire una qualità capace di annullare l'eventuale svantaggio e addirittura capovolgerlo. Ma bisogna dimostrarlo.

In linea teorica, poiché l'originale cartaceo è “migliore” della copia digitale, sarebbe possibile adottare accorgimenti e impiegare strumenti tali da beneficiare di quella superiorità, ma è probabile che risulti praticamente impossibile trasportare e collocare detti strumenti presso l'archivio del Catasto e adeguare l'ambiente per eseguire tutte le operazioni con garanzie assolute di rigore! Assume perciò grande importanza la qualità delle scansioni in quanto garantisce che il degrado rispetto all'originale risulti contenuto.

Di conseguenza mi pare necessario anticipare un problema che tenderà a manifestarsi nel futuro neppure tanto remoto: l'originale cartaceo continuerà a subire degrado e in particolare deformazioni, mentre l'eventuale copia digitale ottenuta per scansione sarà riprodotta senza ulteriori perdite; ha fissato il degrado all'epoca della scansione, con il solo incremento dovuto all'operazione stessa, ma ha messo al sicuro i documenti da ulteriore scadimento.

Non è possibile precisare il momento in cui il documento cartaceo diverrà “peggiore” della copia digitale; ma vedremo che questo non dovrebbe avere molta influenza sul nostro lavoro e ne avrà tanta meno quanto più accurate sono state le scansioni.

Per adoperare un documento grafico, e segnatamente la mappa catastale d'impianto, abbiamo visto che in definitiva sono necessari due processi distinti: acquisizione di infor-

---

1 Oltre alle informazioni metriche, ossia le “misure”, una mappa contiene anche informazioni topologiche di relazione fra le posizioni: se un confine è indicato su un lato o sull'altro di una carrareccia, l'informazione è significativa e non è evidentemente soggetta a tolleranza di misura.

mazioni attuali e loro elaborazione volta a ottenerne la più probabile corrispondenza a quelle d'origine. È da evitare la confusione fra questa corrispondenza e lo scopo ultimo del lavoro che sarà quello di conoscere la più probabile posizione del confine andato perduto; infatti vogliamo “isolare” la ricostruzione di linee dalla riconfinazione. Allora è bene concentrarsi sugli elementi problematici specifici dei diversi tipi di documenti e per distinguere le oggettività dalle soggettività osserviamo che esistono problemi con due classi di influenza: sulla lettura delle informazioni attuali e sul ripristino di quelle originali.

## 2.2 CARATTERISTICHE DEL SUPPORTO CARTACEO

La condizione che si è determinata con la scansione di un foglio di mappa è innovativa: durante tutta la sua storia, la mappa è stata spesso riprodotta con sistemi di copiatura manuale o meccanica, e perciò con accuratezze variabili: una copia manuale è maggiormente vulnerabile addirittura a errori casuali rispetto a una fotocopia.

Ma ogni copia prodotta era anch'essa su un foglio e perciò soggetta ai medesimi rischi dell'originale. Tanto l'una quanto l'altro avrebbero subito nel seguito deformazioni e degrado. Nel caso di fotocopie ed estratti consegnati al pubblico si perdeva anche il controllo su tale degrado perché non se ne potevano gestire le condizioni di archiviazione ed erano anche meno tutelate da eventuali manomissioni intenzionali rispetto a copioni di visura e matrici. Ma tanto l'originale quanto la copia più tutelata sarebbero andati inevitabilmente incontro a deformazioni e sbiaditezza.

Possono fare parziale eccezione le copie a gestione numerica; ossia le mappe attuali. Infatti furono generate con un processo di copiatura, e perciò fonte di errori, ma il risultato di quell'operazione avrebbe dovuto essere al riparo da successive deformazioni<sup>2</sup>. Ciò comunque ha poco interesse, perché è pacifico che quegli errori si sommarono a quelli dei passaggi precedenti a cui quasi tutti i fogli erano stati sottoposti; e ciò ribadisce la necessità di leggere le informazioni sul documento originale e non su alcuna sua copia. Salvo la scansione, per i motivi che vedremo in dettaglio.

### 2.2.1 LE INFORMAZIONI ATTUALI

Poiché stiamo trattando il caso in cui il documento cartaceo è da considerare l'originale documento probante, è ovvio che le informazioni attuali che contiene sono le più complete e precise disponibili<sup>3</sup>. È ben nota a tutti i Professionisti attivi in questo campo la *litania* sul “millimetro nella carta che vale due metri sul terreno”, adoperata purtroppo in qualche caso per giustificare pressapochismo e trascuratezza, ma molto più correttamente invocata per padroneggiare la tolleranza e per stimolare l'attenzione alla traduzione di quei grafici nei numeri che rappresentano la “verità” come s'è più sopra spiegato.

Nella maggior parte dei casi, i fogli di mappa sono stati costruiti su un reticolo parametrico a maglie quadrate di 10 cm di lato, che esplicitava il sistema di riferimento consentendo una buona riduzione della propagazione degli errori di disegno. Sorvolerò sui particolari della formazione che si trovano ben dettagliati nelle pubblicazioni di Carlo Cinelli, per limitarmi a ribadire che i parametri costituiscono fra l'altro l'entità di controllo di di-

---

2 Avrebbe dovuto. Non posso però dare garanzie al riguardo; anzi! Perché per errori o leggerezze degli operatori potrebbero essere intervenute modifiche casuali di cui non s'è tenuta traccia: ho osservato personalmente la traslazione incomprensibile di un fabbricato d'impianto su un foglio di cui avevo ottenuto l'estratto digitale per frazionamento; alla mia manifestazione di meraviglia, espressa con una richiesta rivolta all'operatore in modo assolutamente informale, questi mi disse di aver spostato il fabbricato poco tempo prima, perché un “collega” aveva lamentato una cattiva corrispondenza con lo stato dei luoghi!

3 Ciò almeno fino a quando il procedere del degrado non consentirà di preferire la copia digitale che, essendo stata eseguita in un momento precedente, ha fermato il degrado a quell'epoca. Ma, come s'è accennato, questa condizione non può essere definita univocamente.

mensioni minori, e quindi di maggior accuratezza, sull'insieme di tutte le deformazioni, da quelle presenti all'origine a quelle intervenute successivamente.

Dove tale reticolo manca, soprattutto se non era presente all'origine, non mi risultano mezzi per studiare il degrado della mappa nel tempo. Questo si riscontra nei fogli nati privi di parametratura, ma può verificarsi anche per zone abbastanza ampie in cui essa sia divenuta illeggibile<sup>4</sup>. In particolare preme chiarire che possono trarre in inganno i fogli in cui un reticolo parametrico è stato disegnato successivamente alla mappa, come nei casi in cui al sistema di riferimento originale (Samson-Flamsteed o Cassini-Soldner) è stato aggiunto il sistema nazionale Gauss-Boaga. Il procedimento è stato puramente grafico, grossolano e soprattutto introdotto in un momento successivo al disegno originario e ad alcune deformazioni già consolidate. Tutti ottimi motivi per non impiegare quell'ingannevole reticolo nella ricostruzione di linee grafiche.

*Dal documento grafico originale è necessario acquisire, ed è possibile farlo oggettivamente, le posizioni sulla carta dei punti d'inquadramento, dei punti delle linee da ricostruire e, se presenti, degli elementi dei parametri originali.*

Queste informazioni possono essere assunte sotto forma di coordinate di singoli punti o di distanze reciproche, secondo il metodo ritenuto più opportuno<sup>5</sup>, ma comunque hanno consistenza oggettiva e daranno risultati compresi nelle tolleranze di lettura, influenzate dalle condizioni operative, ma evidentemente non da imperfezioni della copia.

## **2.2.2 IL RIPRISTINO DELLE INFORMAZIONI ORIGINALI**

È indubbio che fogli di molti anni or sono, per quanto di ottima carta, abbiano subito deformazioni che hanno modificato la rappresentazione originale delle linee di cui cerchiamo la posizione. Alcuni si avventurano in un'ipotesi giuridica che ritengo azzardata: poiché il documento probatorio è quello originale, non dev'essere modificato in nessun modo. E ciò vieterebbe, a loro modo di vedere, di applicare qualsiasi deformazione al documento attuale; col risultato di dover portare sul terreno la situazione che vi si riscontra mediando conseguentemente soltanto gli scarti ottenuti sui punti di riferimento.

L'ipotesi non può essere liquidata come campata in aria, ma si dimostra affetta da alcuni errori tecnici che non possono essere trascurati, tanto per quanto riguarda il fatto che la presenza di parametri ha sempre avuto lo scopo tecnico di contenere e consentire di correggere gli errori di rappresentazione, quanto perché un'applicazione rigorosa di una simile congettura dovrebbe per lo meno fare un'eccezione per la variazione di scala per due motivi: è elemento fondante della proiezione cartografica e risulta indispensabile per rispettare le proporzioni evitando di sconvolgere confini prossimi a punti di riferimento<sup>6</sup>.

Forti di questa considerazione e della prassi ad essa concorde già consolidata grazie ad Autori dell'autorevolezza del Tani, di cui esporremo le indicazioni dettagliate in seguito, consideriamo indispensabile affidarci alla correzione delle deformazioni fondata sul ripristino di quadrati perfetti a partire dai quadrilateri parametrici che le deformazioni hanno prodotto; e per estensione del concetto riteniamo opportuno applicare analoghe correzioni alle maglie di punti di riferimento scelti, ove manchino i parametri.

Anche in ambito tecnico circola un'ipotesi favorevole a escludere la trattazione delle deformazioni perché di esse non può essere isolata rigorosamente la parte presente all'origi-

4 Non tutti gli Uffici hanno evitato di utilizzare la mappa

5 Nel caso di fogli parametrati il metodo di lettura di coordinate si dimostra più corretto per le successive elaborazioni, ma mancando i parametri la misura di distanze reciproche ha indubbi vantaggi per punti in uno stesso foglio.

6 Immaginiamo un confine posto a un metro da uno spigolo origine di un allineamento con altro spigolo distante 100 metri nella realtà e 97 nel grafico: i tre metri di scarto implicherebbero, mediando, di accettare 1,50 per parte, trasferendo il confine dal lato opposto dello spigolo!

ne dalla componente derivante dal degrado successivo, e per di più il complesso di deformazioni, errori di misura e rappresentazione determina la generale mancanza di rispondenza allo stato di fatto<sup>7</sup>. Si suggerisce allora di accettarne la presenza senza alcun approfondimento, includendo semplicemente le deformazioni fra gli altri errori causa degli scarti da considerare nel confronto fra confine di diritto e stato di fatto.

Ciò comporta una sorta di fatalismo, accentuato inopinatamente quando si ventili che la miglior correzione si potrà avere con programmi che ora non possiamo nemmeno immaginare... Personalmente non ritengo corretto accettare errori che potrebbero essere ridotti e neppure rinviare *sine die* la loro trattazione. Infatti il risultato di una riconfinazione dev'essere più corretto possibile<sup>8</sup> e, una volta consolidato da un accordo o una sentenza, non sarà più modificabile neppure reperendo vecchi elementi di prova che fossero sfuggiti.

## 2.3 CARATTERISTICHE DELLE SCANSIONI

Al contrario delle copie cartacee, quelle raster fissano il degrado al momento della loro formazione: quell'operazione comporta errori e approssimazioni assenti sull'originale, ma da quel momento la copia rimarrà immutabile mentre l'originale continuerà a modificarsi. In un tempo di cui non è dato sapere l'entità si dovrebbe poter ritenere che la copia raster risulti più fedele alla condizione primigenia dell'originale; e questo genera un problema di procedura di cui all'attualità non credo che si possa valutare la portata, ma mi pare ragionevole sostenere che l'originale diverrà sempre meno importante quanto più alta è la qualità della copia.

Infatti un'ottima copia porterà differenze talmente contenute da poter essere da subito fruita in modo praticamente equivalente all'originale, e cercherò di valutare come e con quali risultati, mentre altrettanto non si può dire per copie eseguite malamente, che saranno davvero servibili soltanto quando l'originale dovesse risultare illeggibile. Immaginiamo con quale perdita di precisione!

### 2.3.1 LE INFORMAZIONI ATTUALI

Il processo di scansione ha introdotto elementi di degrado dipendenti dal processo stesso: caratteristiche, strumenti, metodo, operatori. Ognuno di tali elementi ha un peso nella qualità complessiva e quindi nella maggiore o minore efficacia della copia nell'impiego metrico che riguarda le riconfinazioni. Raramente sono disponibili tutte le informazioni, ma è comunque bene prendere coscienza delle conseguenze di ognuno.

#### 2.3.1.1 CARATTERISTICHE DEL FILE RASTER

Due proprietà del file hanno potenziali riflessi sui risultati ottenibili: il colore e la risoluzione. Poiché la maggior parte dei documenti grafici di nostro interesse sono mappe catastali d'impianto, si tratta di originali a colori con tonalità spesso simili; la scansione in bianco e nero è quindi molto penalizzante in quanto comporta un elevato rischio di perdita di particolari. La scala di grigi riduce quel rischio, ma certamente una scansione a colori offre la miglior resa possibile, e infatti l'assoluta maggior parte delle scansioni eseguite fino ad oggi ha reso i colori.

Non è comunque trascurabile il fatto che si possano trovare scansioni in scala di grigi o addirittura in bianco e nero, ma soprattutto bisogna tener conto delle province in cui le

---

7 O, meglio, a quello che oggi rimane dello stato di fatto dei tempi della formazione della mappa.

8 Non si può pretendere che sia "perfetto", ma che debba essere il migliore possibile implica che non si possano trascurare correzioni anche parziali purché significative, come quella delle deformazioni originarie del foglio di cui è stato testimoniato (v. pag. 17) che gli operatori tenevano conto secondo le norme.

scansioni non sono ancora state eseguite o rese disponibili<sup>9</sup>. In tali situazioni mi risulta possibile ottenere fotocopie delle mappe d'impianto, per quanto in formato A3, ma non scansioni. Nulla vieta di scandire le fotocopie ottenute, per quanto ciò determini inevitabilmente la mancanza del colore, una bassa qualità e un duplice decadimento.

La seconda proprietà determinante è la risoluzione della scansione, misurata in punti per pollice. Noto che il file raster è formato da una matrice di minuscoli quadratini (detti "pixel") distribuiti con perfetta regolarità in righe e colonne, il numero di pixel nell'unità di misura ne determina la dimensione. Dato che un pollice misura 25,4 mm, alla risoluzione di 200 punti per pollice corrisponde un lato di  $25,4 : 200 = 0,127$  mm; quindi oltre un decimo di millimetro e perciò più del doppio di quanto il Tani<sup>10</sup> suggeriva di stimare sulla carta.

Sono molto semplici le stime dei valori nominali del pixel alle varie scale cartografiche, secondo le più diffuse risoluzioni di 100, 150, 200, 300 e 600 punti per pollice. È poi ben noto che la maggior parte delle scansioni sia stata eseguita con valori di 200 o 300, pari rispettivamente a 0,254 m e 0,169 m reali per originali alla scala 1:2000.

Queste dimensioni misurano l'entità minima dell'incertezza sulla posizione di un punto dell'originale riprodotto nella copia perché ogni pixel è omogeneo e indivisibile: al suo interno non si possono distinguere informazioni.

### **2.3.1.2 STRUMENTI IMPIEGATI E METODO DI SCANSIONE**

I topografi conoscono certamente le differenze di prestazioni fra una pur buona macchina fotografica e una camera metrica, qualora si debbano eseguire rilevamenti sulle immagini. È quindi ovvio che siano molto diverse le prestazioni metriche fra una fotocopiatrice, uno scanner da ufficio o un apparato di scansione di precisione.

La qualità dello strumento che ha eseguito le scansioni per un certo Ufficio del Catasto è un dato molto difficile da conoscere, e purtroppo i Collegi dei Geometri di cui conosco le scansioni – eseguite in forza delle convenzioni previste dal Catasto secondo ottime specifiche di strumenti e metodi – non hanno diffuso questi elementi, piuttosto significativi.

Probabilmente lo strumento che è stato impiegato maggiormente è lo "scanner planetario" con la caratteristica di poter riprendere il foglio fermamente saldo su un piano mediante un'ottica fissa; tale strumento non ha parti mobili durante l'operazione e perciò non risente di eventuali irregolarità nel moto; per contro il piano e la camera di presa, basculanti, devono essere regolati rigorosamente per non generare effetti distorsivi.

Più raramente sono stati adoperati scanner piani o a rullo, che vedono parti in movimento: o il sensore, disposto lungo un asse, scorre nella direzione dell'altro asse ortogonale sul piano che regge il foglio, oppure il foglio scorre mosso da un rullo in direzione ortogonale a quella del sensore. Il primo sistema garantisce maggiore uniformità del movimento rispetto a quello del foglio che può risentire di una diversa consistenza del foglio da zona a zona; ma comunque le inevitabili deformazioni sono differenti per i due assi.

### **2.3.1.3 OPERATORI**

Penso che l'apparato piano con sensore scorrevole sia quello che risente meno delle distrazioni dell'operatore, mentre lo scanner planetario richiede molta cura nell'orientamento reciproco di ottica e piano; va comunque detto che un piccolo basculaggio produce distorsioni prospettiche, che in teoria potrebbero essere corrette analiticamente, e che dovreb-

---

9 È discutibile la condotta di alcuni Collegi dei Geometri che hanno eseguito le scansioni e le mettono a disposizione dei soli propri iscritti, in quanto si determina una discriminazione operativa fra Tecnico e Tecnico nei confronti di iscritti ad altri Ordini o in altre Province.

10 Pier Domenico Tani è autore di riferimento, certamente ben noto, sul quale torneremo in seguito.

bero essere abbastanza contenute da risultare di entità trascurabile rispetto alle deformazioni del supporto che dovranno essere comunque corrette.

Gli scanner a rullo possono indurre un operatore inesperto, teso a ottenere un'alta produttività, ad “aiutare” il foglio a scorrere più rapidamente esercitando una trazione manuale deleteria dal punto di vista della regolarità del movimento, che si tradurrebbe in strisce scandite a diversa velocità, accentuando parecchio il difetto proprio dello strumento che già le produce, come sopra accennato, per via della variabilità delle caratteristiche di trascinamento.

Non vedo invece alcuna influenza nell'orientamento del foglio rispetto ai lati dell'immagine scandita: il fatto che il rettangolo del foglio e quello dell'immagine non abbiano lati paralleli non può influire sulla precisione nella ricostruzione delle linee, perché altrimenti si dovrebbero ipotizzare differenti prestazioni anche nella lettura di informazioni su linee parallele ai lati rispetto a linee sghembe. Anzi, mi pare possibile ravvisare nell'inclinazione rispetto alle righe/colonne di pixel un elemento teorico di affinamento delle misure, poiché riduce la probabilità che l'indeterminatezza indotta dalla dimensione del pixel interessi un'intera riga del documento.

### **2.3.2 IL RIPRISTINO DELLE INFORMAZIONI ORIGINALI**

Rispetto al documento cartaceo la sua riproduzione raster riporta ovviamente tutte le deformazioni presenti nell'originale, che devono essere quindi corrette anche in questo caso, e aggiunge quelle della scansione. È appena il caso di osservare che per queste ultime non può valere l'obiezione menzionata per quelle della carta: poiché il raster non è il documento originale, ma una sua copia, è concettualmente sbagliatissimo sostenere che non debba subire deformazioni: tentare di correggere gli errori di copiatura è una necessità.

Penso che un elemento discriminante della qualità ottenibile sia la presenza di parametri, perché vedremo che le operazioni di correzione delle deformazioni dei quadrati d'origine in quadrilateri agiscono efficacemente anche sull'eventuale stiramento in una delle due direzioni rispetto all'altra. Al contrario, mancando i parametri è meno efficace la correzione della differenza di deformazione lungo i due assi poiché non la si può scindere dall'eventuale correzione che si cerchi di applicare alla maglia dei punti di appoggio.

#### **2.3.2.1 GEOREFERENZIAZIONI “UFFICIALI”**

Vale la pena di anticipare che sono possibili numerose correlazioni fra le informazioni del foglio e le corrispondenti del terreno, correlazioni che chiamiamo georeferenziazioni e su cui torneremo. Ognuna di esse si presta a evidenziare alcuni aspetti spesso a scapito di altri, perciò risulta adeguata a determinati scopi mentre può non esserlo per altri.

Si tratta di informazioni aggiunte al documento, e pertanto soggettive e soggettivamente mirate a specifiche finalità, principalmente orientate alla correlazione a breve, media o lunga distanza, che trovano piena giustificazione nei rispettivi ambiti di applicazione. Posso sostenere che sia preferibile che il tecnico riconfinatore impieghi la copia pura e semplice ed elabori da sé le informazioni che gli occorrono per la georeferenziazione, “secondo scienza e coscienza”, per non soggiacere ad arbitrarietà condizionate da scopi estranei ai propri. Infatti non potendosi stabilire a priori una georeferenziazione “migliore”, ogni Professionista è chiamato ad assumere, oltre alle altre, la responsabilità della scelta di quella che ritiene più adeguata all'uso che si prefigge; naturalmente sarà bene che sappia anche motivare la scelta.

#### **2.3.2.2 L'IMPIEGO DI PROGRAMMI**

Per eseguire misure su qualunque scansione non si possono certo impiegare strumenti tradizionali, ed è quindi necessario ricorrere a un software che possa caricare il file della

scansione e prendervi misure. Non è questa la sede per recensire o valutare la miriade di programmi che possono essere impiegati – e tanto meno sono in grado io di farlo – ma è opportuno accennare alle due categorie a cui è più probabile che si rivolgano i Colleghi: programmi specifici e CAD.

I programmi specifici sono normalmente legati alla topografia (molti mi hanno visto girare l'Italia lavorando su quelli della Tecnobit) e dovrebbero realizzare le migliori condizioni possibili per l'assunzione di misure dai files raster.

I CAD non hanno lo scopo principale di manipolare immagini raster, e quando lo consentono potrebbero privilegiare aspetti estetici che mettono in secondo piano la visibilità dei pixel che, lasciati in evidenza, determinano una sgradevole granulosità dell'immagine. Il rischio che si corre se il programma è impostato per rendere più gradevole l'aspetto non è affatto marginale: nel migliore dei casi si osserva una sfocatura dei colori del raster che sovrappone pixel diversi. Si tratta del migliore dei casi perché ci fa percepire che si perde una certa definizione e con essa anche precisione. Ma in altri casi e a volte oltre un certo ingrandimento (ossia quando penseremmo di aver migliorato la precisione di visualizzazione) i singoli pixel potrebbero esser visualizzati spostati!

Non ho esperienza di molti software diversi, ma tutti quelli che ho potuto provare consentono di impostare per l'immagine la qualità “bozza” o “draft”, ossia un modo di visualizzazione che non sfuma i pixel e non li sposta secondo criteri estetici e permette di garantirne la stabilità rispetto a qualunque scala di visualizzazione. Ferma restando perciò la necessità di impostare la “peggiore” qualità di visualizzazione dei raster, le misure possono essere prese con precisione sufficiente all'uso di riconfinazione sui CAD più diffusi, volendo impiegare il proprio è comunque possibile eseguire una semplice verifica inserendo qualche punto o linea fra “spigoli” ben definiti all'incrocio fra pixel chiaramente individuabili, e verificarne la stabilità rispetto a diverse condizioni di zoom e trascinamento, ma se non ci si sente tranquilli, piuttosto che correre il rischio di commettere errori non stimabili sarà prudente rivolgersi a software dedicati.

Infine si possono prendere in considerazione anche i programmi di visualizzazione o manipolazione di immagini, ma non ne ho esperienza personale sufficiente a dare ragguagli in merito all'assunzione di misure da questi.

### 3. I DOCUMENTI GRAFICI E LE LORO GEOREFERENZIAZIONI

Il vocabolo “georeferenziazione” assume significati diversi, a volte un po' sfumati e indefiniti, secondo campo e contesto in cui lo si impiega, e purtroppo talvolta varia anche in ragione di chi lo adopera. D'altra parte basta scriverlo in un motore di ricerca per avere una prima, sintetica panoramica di questa variabilità, che si traduce inevitabilmente in facilità di incomprensioni. È però sempre chiaramente legato a un *procedimento* e questo sarà probabilmente demandato a qualche automatismo; perciò il rischio che qui mi preoccupa è quello di un'eccessiva rassicurazione sui risultati che se ne possono ottenere, dato che può evocare un riferimento alla terra, e quindi ad essa fissato, che parrebbe univoco e stabile.

In tema di riconfinazioni l'uso è consolidato e giustificato proprio per il riferimento alla terra che le mappe catastali certamente hanno, così come dovrebbero averlo almeno localmente anche altri elaborati grafici eventualmente utili: ognuno di questi documenti rappresenta una parte di territorio, e di solito ne dà una rappresentazione risalente all'epoca della confinazione, ossia quando il confine nacque. In caso di mappa, le eventuali versioni successive, pur se più accattivanti perché meglio rispondenti alla realtà attuale, contengono modifiche e anche errori, di norma neppure quantificabili in ossequio al principio per cui nessuna copia può contenere informazioni dell'originale più precise dell'originale stesso.

Sappiamo anche di dover sgombrare il campo dall'illusione di univocità, perché non esiste un solo modo per eseguire la georeferenziazione di una mappa – ecco giustificato il plurale – ma soprattutto non è prudente assumerne uno come migliore degli altri senza alcuna considerazione preliminare atta a guidare il giudizio.

Per un approccio corretto penso che sia bene definire cosa si deve intendere parlando di georeferenziazione di un foglio di mappa; il quale foglio rappresenta una zona per la quale è possibile stabilire la relazione fra i punti grafici e i loro corrispondenti reali che premetta di individuare la posizione di ogni punto del foglio sul terreno. Infatti la mappa è stata costruita affinché esista una corrispondenza fra ogni suo punto significativo e uno ben preciso del terreno; corrispondenza non reciproca perché la mappa non riporta tutti i particolari del terreno.

Geometricamente, e perciò topograficamente, il problema è molto interessante se osserviamo le “*sfumature di attendibilità*” dei punti della mappa: alcuni hanno inequivocabilmente il loro corrispondente reale, mentre per altri il dubbio è più che lecito e può avere molte sfumature. Prescindendo, per il momento, dagli errori di rilevamento/restituzione, gli spigoli al piede della torre degli Asinelli, ad esempio, sono rimasti *certamente inalterati* dall'impianto del Catasto, mentre alcuni spigoli di casa mia *potrebbero esser stati modificati*, una strada è stata *probabilmente rettificata* o variamente allargata (localmente anche su un solo lato), il bordo di un torrente è *quasi sicuramente diverso* o irricognoscibile e così via: di alcuni punti la corrispondenza è certa ed evidente, di altri incerta o solo apparente e di altri ancora non si ha traccia.

Poiché ovviamente non avrebbe alcuna utilità cercare con la mappa i punti certi nella realtà, chiamiamo georeferenziazione un processo utile a stimare le posizioni di quelli dubbi o mancanti in loco basandosi sugli elementi via via più certi. Ma questa descrizione, prima ancora che indefinita, è ben poco fruibile geometricamente se non ci chiariamo un po' le idee e cioè se non precisiamo dei procedimenti.

#### 3.1 CENNI SULLA ROTOTRASLAZIONE COME TRASFORMAZIONE DI COORDINATE

La riconfinazione è il processo di ricostruzione della più probabile posizione originaria di un confine perduto. Per realizzarla, la combinazione dei mezzi attualmente disponibili e dei vari tipi di elementi probanti suggerisce la formazione di un modello del confine di diritto e di un rilevamento dello stato di fatto per procedere poi al confronto reciproco me-

dianete la sovrapposizione di uno all'altro; sovrapposizione che si può ottenere proficuamente con una rototraslazione o comunque con procedimenti ad essa coerenti o geometricamente assimilabili come l'apertura a terra.

Inoltre la rototraslazione può riguardare anche la formazione del modello del confine, in particolare quando questo debba essere ottenuto da documenti grafici com'è il caso delle ricostruzioni di linee che si propone questo lavoro; perciò accenniamone rapidamente limitandoci alle due dimensioni che interessano lo studio delle linee grafiche di mappa.

Il nome “rototraslazione” si spiega osservando che si possono sovrapporre due distinte rappresentazioni di uno stesso gruppo di oggetti operando su uno dei due una *rotazione* e una *traslazione*. Per immediatezza di visualizzazione si è soliti mostrare prima la traslazione, ma concettualmente non ci sono differenze. Il procedimento si può applicare tanto al rilievo di punti del terreno per sovrapporlo alla mappa che li rappresenta, quanto in senso inverso; ma si può applicare anche a due mappe che rappresentano la stessa zona in sistemi diversi, per convertire una nell'altra. Inoltre può costituire un tipo di “georeferenziazione” della scansione di un foglio di mappa, individuando alcuni punti comuni alla rappresentazione e al terreno (*omologhi* o doppi) per calcolare la rotazione e la traslazione opportuni.

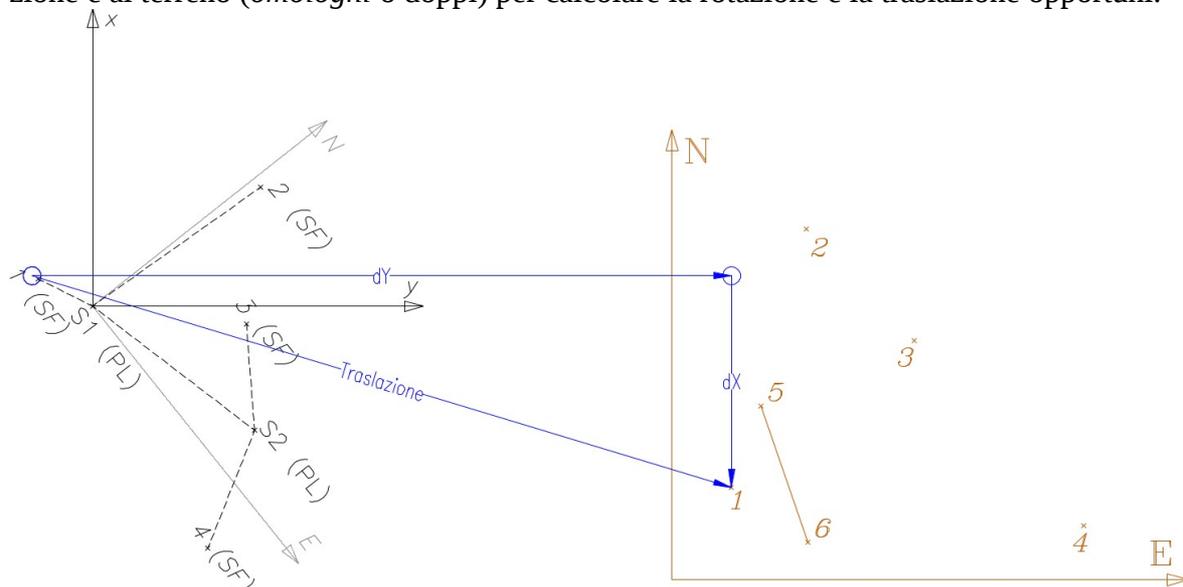


FIGURA 1a – Illustriamo il procedimento di “rototraslazione” tra rilievo e mappa. A sinistra sono rappresentati alcuni punti, numerati da 1 a 4, battuti dalle stazioni S1 ed S2; gli stessi trovano gli **omologhi** sulla mappa a destra, dov'è presente anche il confine che va dal punto 5 al 6. Una **traslazione**, di cui sono evidenti le componenti parallele agli assi, porta a coincidere per esempio il punto 1 all'**omologo**.

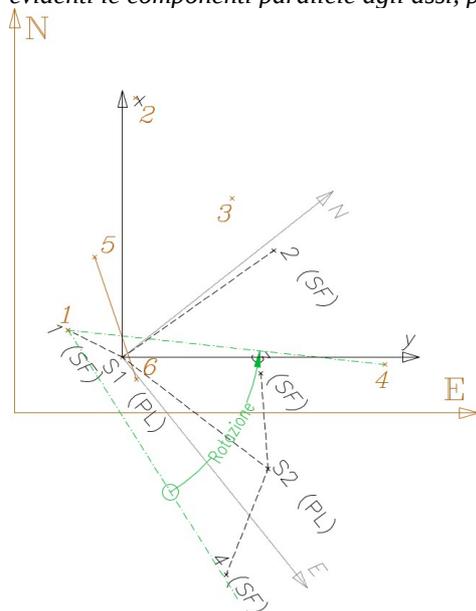


FIGURA 1b – Eseguito il primo movimento, si dovrà applicare una **rotazione** al rilievo per far coincidere una stessa direzione rilevabile nei due insiemi. Nell'esempio si propone la rotazione sulla direzione 1-4.

Possiamo osservare che la rappresentazione del rilievo lo vedeva orientato secondo un sistema generico (x;y) di norma (ma non necessariamente) corrispondente a quello del cerchio orizzontale nella prima stazione di rilevamento. In questa rappresentazione l'orientamento definitivo (N;E) è in fieri e troverà riscontro soltanto dopo la rotazione.

FIGURA 1c – Eseguita la rotazione, per una perfetta sovrapposizione dell'estremo del segmento scelto per la rotazione, che ha in genere una lunghezza diversa fra rilievo e mappa, si potrebbe rendere necessaria una **variazione di scala** che, nell'esempio della direzione 1-4, porterà il punto 4 a sovrapporsi esattamente a quello della mappa.

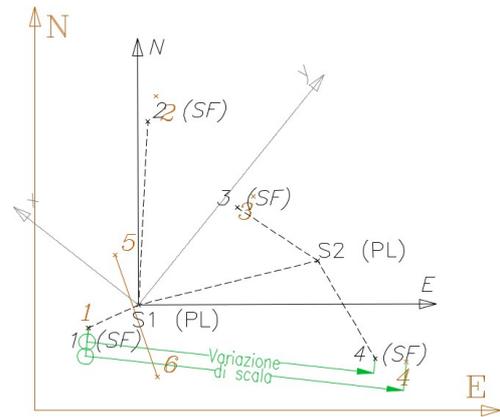
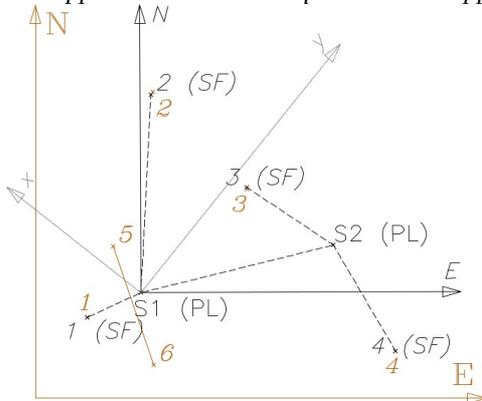


FIGURA 1d – Nel caso più generale di più punti **omologhi** i soli punti 1 e 4 coincidono, mentre gli altri saranno affetti da errori vari che si possono ridurre calcolando rotazione e variazione di scala mediate su tutte le coppie disponibili. Ulteriori possibilità di raffinamento sono accennate nel testo.

Per eseguire una rototraslazione secondo lo schema della figura 1a-1b-1c-1d bisogna calcolare 4 valori: componente X della traslazione, componente Y della stessa, rotazione e fattore di scala. Anche questi valori vengono chiamati parametri, ma questo non deve generare confusione con le linee di cui abbiamo già parlato, perché di quelle linee parleremo molto spesso, mentre questi valori li abbiamo individuati qui soltanto per giustificare la definizione di “rototraslazione a quattro parametri” a cui si accenna in qualche caso di georeferenziazione, peraltro scarsamente utile ai fini delle riconfinazioni.

Sappiamo o comprendiamo bene che con due soli punti comuni questa rototraslazione dà un risultato perfetto anche in presenza di errori di misura o rappresentazione: se avessimo soltanto i punti 1 e 4 dell'esempio la loro corrispondenza risulterebbe perfetta. Allo stesso modo un rilievo e una mappa ideali, entrambi privi di errori, consentirebbero una rototraslazione perfetta con qualunque scelta di punti omologhi per il suo calcolo.

Ma nelle situazioni reali questi errori risultano sempre più evidenti al crescere del numero di coppie di punti omologhi. Si osserva facilmente che scegliendo invece dei punti 1 e 4 i punti 3 e 4 si sarebbero ottenuti valori diversi per traslazioni, rotazione e fattore di scala; e naturalmente il set di parametri corretti per una coppia fallisce ora più ora meno per ogni altra. Inoltre è possibile, dopo aver eseguito la traslazione sul punto 1, optare per una rotazione media fra quelle di altri due o più punti. E così pure per il fattore di scala. Questo potrebbe ridurre gli scarti su alcuni punti, ma ne introdurrebbe anche sul punto 4 che non ne aveva.

Infine si può ben osservare che la traslazione non deve per forza riferirsi a un punto fra quelli omologhi: come sarebbe possibile utilizzare il punto medio del segmento 1-4, individuabile tanto nel rilievo quanto nella mappa, così è possibile riferire il procedimento al baricentro del gruppo di punti, che può essere calcolato anch'esso per entrambi i sistemi. Di solito un foglio contiene la rappresentazione di molti punti noti nella realtà ed è possibile calcolare rototraslazioni su qualsiasi coppia di essi, su qualsiasi terna e così via, per un totale di rototraslazioni differenti in numero pari alle combinazioni semplici di tutte le classi dalla 2 al massimo numero di punti disponibili. Ad esempio, se i punti sono 5 si hanno 10 combinazioni di classe 2, 10 di classe 3, 5 di classe 4 e una di classe 5 per un totale di 26 rototraslazioni, ognuna con un proprio set di parametri e, tranne quelle di classe 2, con propri scarti residui<sup>11</sup>.

Queste ventisei possibilità costituiscono ventisei possibili georeferenziazioni, tutte generalmente diverse fra loro! E non includono quelle realizzabili impiegando punti diver-

11 Per esemplificare, le diverse coppie sarebbero: 1-2; 1-3; 1-4; 1-5; 2-3; 2-4; 2-5; 3-4; 3-5; 4-5. Le terne: 1-2-3; 1-2-4; 1-2-5; 1-3-4; 1-3-5; 1-4-5; 2-3-4; 2-3-5; 2-4-5; 3-4-5. E così via.

si, come il baricentro; o qualunque altro! Poiché questo non è l'argomento del presente lavoretto, non è certo il caso di sviscerarlo; ne ho dovuto dare qualche cenno per l'importanza che riveste per l'intera materia e perché confido di aver chiarito che è impossibile ottenere un risultato "perfetto".

Vorrei che fosse chiaro che generalmente non può esistere neppure uno "migliore"!

Matematicamente è preferibile calcolare la rototraslazione con il metodo dei minimi quadrati, ideale per rendere minimi gli scarti residui. Ma anche questo metodo di calcolo non può essere univoco, perché darà risultati differenti secondo i punti scelti e i pesi assegnati a ognuno lasciando al Tecnico riconfinatore le responsabilità e la soddisfazione.

Concludendo, la rototraslazione a quattro parametri di un foglio di mappa sulle coordinate reali di alcuni suoi punti in numero superiore a due comporta degli scarti residui: possiamo dire che georeferenzia il foglio, ma lasciando quegli scarti, com'è intuibile dalla successiva Figura 2a. Quindi ogni rototraslazione costituisce certamente un modo per georeferenziare il foglio; ma è noto che possono esserci altri metodi e in particolare può interessare cercarne alcuni per eliminare quegli scarti, ma ogni scelta dovrà essere motivata.

### **3.2      *FOGLI CON ERRORI DI MISURA E DI RAPPRESENTAZIONE***

Quando la rappresentazione non è perfettamente corrispondente alla realtà è importante valutare i motivi di tale discrasia. Se dipende da errori nella misura o nella restituzione, allora non vedo motivo di tentare di eliminare quegli errori: è necessario accettarli e mediare al meglio i risultati.

Si tratta di un'attività non esente da una certa soggettività, che trae vantaggio dalla combinazione di svariate discipline, dalla storia della mappa, alla conoscenza dei metodi di rilevamento dell'epoca e delle condizioni dei luoghi. Tuttavia non conosco alcun metodo che possa assicurare la completa correzione di errori di rappresentazione: soltanto in fase di collaudo i fogli potevano essere anche totalmente ricostruiti ripetendo il rilevamento dell'area, allora ancora intatta; ma è ovvio che questo non sarebbe più possibile oggi, soprattutto laddove si mettesse in dubbio la stabilità di qualche punto e segnatamente di un confine che, divenuto incerto, di norma coinvolge nella propria incertezza l'intero contesto.

La soggettività di cui s'è detto si manifesta tanto nella scelta dei punti da impiegare, con l'esclusione di quelli con scarti che soggettivamente giudichiamo eccessivi, quanto in quella del metodo di sovrapposizione fra rilievo e mappa. A quest'ultima non è dedicato questo lavoretto perché è stata ben discussa in particolare da Carlo Cinelli nei suoi interventi e nelle sue opere; coinvolge le relazioni fra schemi geometrici di punti di riferimento e linee da ricostruire. Invece la prima si basa essenzialmente sulla valutazione di elementi utili a dimostrare intervenute modifiche o errori su singoli punti; in definitiva la loro attendibilità.

### **3.3      *FOGLI CON DEFORMAZIONI***

Nei documenti grafici almeno una parte delle differenze che si riscontrano fra mappa e realtà può essere attribuita a deformazioni intervenute dopo la restituzione; allora ha senso tentare di eliminare la componente di differenza derivante da tali deformazioni. Problema non banale, perché per poter essere risolto rigorosamente richiederebbe necessariamente la precisa distinzione degli errori di misura e restituzione da quelli di deformazione. Per poter affrontare questi ultimi è indispensabile conoscere la storia della mappa, illustrata in dettaglio da Carlo Cinelli nel suo ultimo libro<sup>12</sup>, della quale qui richiamo soltanto un ele-

---

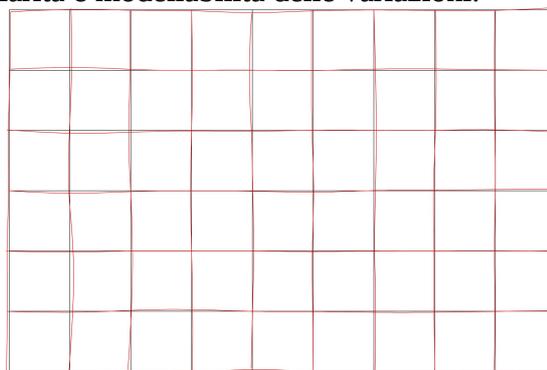
12 Cinelli C. – L'azione di regolamento di confini. Aspetti tecnici. – Maggioli (RN) – 2015

mento importante: quando, a fronte di un rilievo celerimetrico, il disegno veniva formato su fogli già dotati di parametri il disegnatore doveva considerarli per posizionare le stazioni celerimetriche. Sui problemi conseguenti alla combinazione di errori e deformazioni tornerò in seguito, nel capitolo 3.3.2.

### 3.3.1 FOGLI PARAMETRATI ALL'ORIGINE

Anche se è comunque impossibile separare rigorosamente l'influenza delle deformazioni dagli errori, i parametri aiutano a tenerne parzialmente conto. Essi sono costituiti da linee parallele distanti  $10\text{ cm}^{13}$  che corrono orizzontali e verticali sull'intero foglio o, comunque, a coprirne la parte disegnata. Si intuisce facilmente che qualora tali linee formassero all'origine dei quadrati perfetti, sarebbe possibile in ogni momento riconoscere con precisione le deformazioni intervenute sui quadrati stessi e riportarne i vertici alle dimensioni corrette. Non si potrebbero comunque avere certezze riguardo alle deformazioni interne a ciascuno, in quanto non sono garantite regolarità e modellabilità delle variazioni.

*FIGURA 2a – Come ogni quadrato originario, in nero, ha subito deformazioni, in rosso, che sono genericamente anisotrope (diverse nelle due direzioni) e specifiche (diverse da quadrato a quadrato), anche la sua superficie interna non si sarà deformata regolarmente e ogni areola che lo compone risulterà deformata in modo diverso. Mentre la forma originaria dei quadrati permette di misurare la deformazione di ciascuno di essi, e perciò di tentare di correggerla, a livello di dettaglio maggiore ciò non è possibile: il reticolo parametrico è la più accurata unità di verifica disponibile.*

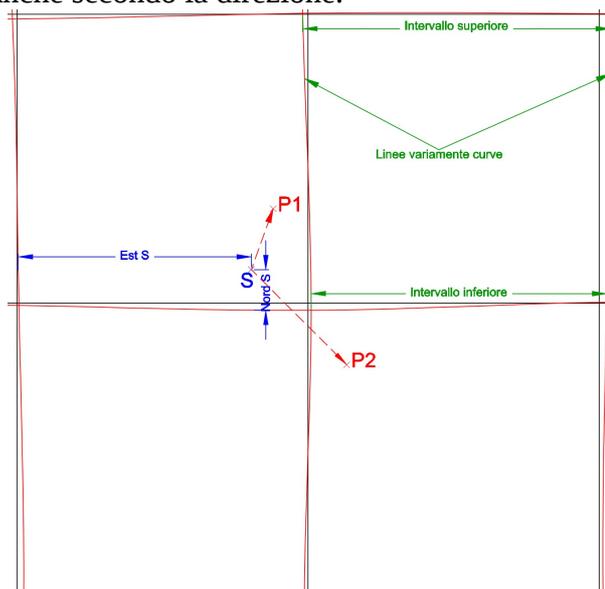


Inoltre quei quadrati non erano perfetti neppure all'origine e quindi è significativo che il disegnatore vagliasse le imperfezioni, come ha spiegato Carlo Cinelli, per rappresentare le stazioni rispettando già all'origine le deformazioni presenti nel reticolo. Sempre non considerando gli errori di restituzione, che stiamo cercando di isolare, la posizione delle stazioni era dunque corretta secondo la dimensione teorica dei quadrati parametrici, ma altrettanto non si può dire della posizione dei punti di dettaglio, che erano tracciati per coordinate polari dalle stazioni senza poter considerare le singole deformazioni, diverse da quadrato a quadrato e, non essendo isotrope, variabili anche secondo la direzione.

*FIGURA 2b – È importante sapere che il disegnatore era tenuto a tracciare le stazioni sul foglio dilatando o riducendo gli intervalli Est S e Nord S conformemente all'intervallo reale fra i parametri. Concettualmente (a meno delle approssimazioni, quindi) questo deformava la mappatura delle stazioni coerentemente con i parametri.*

*Si osservi che non era lo stesso per i punti, che venivano disegnati per coordinate polari, e perciò né l'angolo né la distanza dalla stazione potevano tener conto della deformazione parametrica.*

*Si osservi anche che la proporzione da usare non variava linearmente perché i parametri erano deformati in curve casuali, indipendenti una dall'altra; ossia l'intervallo al centro non era necessariamente la media fra quelli inferiore e superiore come avverrebbe se i segmenti a est e a ovest fossero rettilinei, per quanto sghembi.*



13 Ad esclusione di poche zone in cui non si adottano le scale tradizionali, con denominatore multiplo del centinaio. Ma i concetti qui espressi valgono pienamente, con l'impiego di specifici scalimetri o l'applicazione di adeguati rapporti di proporzionalità.

La correzione delle deformazioni non può quindi essere rigorosa, ma penso che si possa affermare che il quadrato di 10 cm di lato costituisce, per questi fogli, il più accurato mezzo di verifica delle alterazioni, in quanto al di sotto di quella misura non si hanno informazioni sulle condizioni originarie. Questa situazione complessiva consente di studiare metodi diversi per tentare la correzione, metodi che ognuno dovrà valutare per scegliere quello che ritiene più valido, ma soprattutto per motivare le proprie scelte a ragion veduta.

Naturalmente non è possibile indicare un limite di accettabilità né per le deformazioni né per gli scarti sui punti di riferimento, perché quando si deve ricorrere alla mappa come elemento di prova è giocoforza accettarne le caratteristiche. Ma può essere utile indicare come indizi di buona qualità deformazioni dell'ordine in un millimetro in più o in meno sui quadrilateri parametrici in fogli d'impianto, anche dell'inizio del XX secolo, e in circa un metro gli scarti sui punti di riferimento ben materializzati le cui coordinate siano state acquisite con buona cura. Quanto poi alle differenze che ho potuto riscontrare quando mi è capitato di confrontare i prelievi di coordinate eseguiti da operatori diversi, praticamente mai ne ho osservate maggiori di 40 centimetri.

### 3.3.2 *FOGLI NON PARAMETRATI ALL'ORIGINE*

Non tutti i fogli, però, furono disegnati sopra un reticolo parametrico. Ovviamente anche quelli che ne sono privi hanno subito deformazioni; addirittura la maggior parte di questi fogli è di origine più antica di quelli parametrati e quindi ancor più colpita da degrado del supporto. Mancando i parametri nel foglio non compare alcun elemento grafico di posizione originaria che si possa considerare certa; perciò non c'è modo di avere informazioni sulla sola deformazione, che pure siamo certi che esiste. La georeferenziazione basata su punti noti nella realtà certamente “corregge”<sup>14</sup> anche le deformazioni, ma lo fa soltanto azzerando contestualmente gli scarti sui punti noti, e dunque eliminando le informazioni sull'entità degli errori di rilevamento e restituzione. È quindi indispensabile valutare bene se sia il caso di procedere, di farlo soltanto con alcuni punti oppure se sia meglio mantenere inalterati gli scarti.

Infine si riscontrano fogli in cui i parametri non erano presenti al momento del disegno della mappa e magari sono stati tracciati successivamente, o comunque sono stati modificati in seguito. In questa situazione ricadono anche singole zone di foglio in cui alla scomparsa dei parametri si è cercato di rimediare tracciandoli nuovamente; oppure le copie di visura derivate dalle matrici *arcasol* in cui erano presenti soltanto gli “inviti” ai bordi. Non dimentichiamo che tali copie potrebbero dover essere impiegate per linee di cui non si abbiano rappresentazioni precedenti né si reperiscano atti geometrici di aggiornamento; a esse si può dover ricorrere anche se l'originale d'impianto risulta perduto. Per questi fogli non è assolutamente il caso di utilizzare i parametri per tentare di correggere le deformazioni, perché quelle del reticolo parametrico e quelle del disegno non sono affatto coerenti.

Qualcosa di simile accade per quei fogli che, nati con un Sistema di Riferimento (Cassini Soldner oppure Samson Flamsteed) sono poi stati convertiti in un altro sistema (Gauss Boaga) sovrapponendo graficamente i nuovi parametri. Ai nostri fini non ha grande rilevanza il fatto che la sovrapposizione sia stata calcolata e tracciata speditivamente, perché ciò amplierebbe soltanto l'entità degli scarti tollerabili. È facilmente intuibile che non esiste alcuna correlazione fra le deformazioni del nuovo reticolo e quelle del disegno pree-

---

14 Il virgolettato si giustifica osservando che la correzione di una deformazione può essere tentata soltanto applicando una deformazione, che si cerca di rendere inversa, ma è evidente che per i fogli catastali non si ha alcuna garanzia di ciò. Per fogli parametrati è lecito considerare i parametri precisi all'origine e dunque ritenere che le differenze che attualmente presentano dalla posizione teorica siano deformazioni da correggere; ma dove mancano i parametri non si può fare la stessa assunzione e si devono impiegare punti doppi, individuabili sia sulla mappa sia sul terreno. Punti che non possono essere ritenuti rappresentati in mappa senza errori, il cui azzeramento produrrebbe l'introduzione di una deformazione potenzialmente illecita. Il processo critico richiesto al tecnico riconfinatore consiste nella valutazione di questa liceità.

sistente e perciò impiegare il sistema di riferimento modificato non consentirebbe di tenere in considerazione le deformazioni: né quelle all'origine, né quelle intervenute sul supporto dopo il disegno. Per la loro correzione si dovrà quindi adoperare soltanto il reticolo originale.

### **3.4**      *LA CORRELAZIONE DI PIÙ FOGLI*

La presenza su fogli diversi di parametri appartenenti allo stesso sistema di riferimento consente di leggere le coordinate di punti rappresentati su più fogli e considerarle coerenti. L'esperienza conferma quanto sostenuto dalle vecchie generazioni catastali, riguardo alla minore affidabilità dei punti su altri fogli rispetto a quelli dello stesso; anche se non si può accertare il decadimento della precisione, è comunque necessario usare maggiore cautela quando si debbano utilizzare punti di riferimento su più fogli. Normalmente si avrà una maggiore tolleranza; o, meglio, “*tollerabilità*” per dirla con Carlo Cinelli.

Il discorso si complica, e non poco, quando i parametri appartengono a sistemi di riferimento diversi. In linea teorica è possibile convertire le coordinate di un sistema nell'altro anche mediante alcuni software disponibili, ma la cosa non assicura accuratezze in linea con le esigenze di riconfinazione, a meno che i punti del sistema estraneo al confine non servano soltanto come orientamenti lontani per il controllo di errori grossolani. Va un po' meglio se si dispone di punti doppi, ossia di coordinate note nei due sistemi, che consentono un calcolo di precisi parametri locali di conversione.

Tanto in questi casi quanto nella totale mancanza di parametri, la connessione fra elementi grafici di fogli distinti richiederà comunque un'attenta correlazione con il rilievo topografico, cosa che eccede il fine di questo opuscolo. È comunque importante evidenziare che, mentre in presenza di parametri tracciati in un solo sistema di riferimento la caduta di precisione in un diverso foglio non è sistematica, mancando la correlazione “a monte” la perdita di affidabilità è inevitabile e sensibile.

## 4. PANORAMICA DEI METODI DIFFUSI DI GEOREFENZIAZIONE

### 4.1 METODI SUI QUADRILATERI<sup>15</sup> PARAMETRICI

La distinzione dei metodi in base alla presenza o meno di quadrilateri parametrici si fonda su quanto poc'anzi espresso:

*Il quadrato parametrico costituisce, per i fogli che ne sono provvisti dall'origine, il più accurato mezzo di verifica delle deformazioni.*

Infatti disporre di un reticolo di cui è nota la forma teorica all'origine consente di tentare il ripristino di tale reticolo “trascinando” di conseguenza ogni tratto che vi si riferisce. Sono possibili vari metodi e probabilmente altri se ne possono individuare e proporre; ma prima di descriverne alcuni, è bene valutare la portata di questo reticolo inteso come strumento di controllo delle deformazioni aiutandoci con un particolare della figura 2a ingrandito e molto enfatizzato nelle ipotetiche deformazioni.

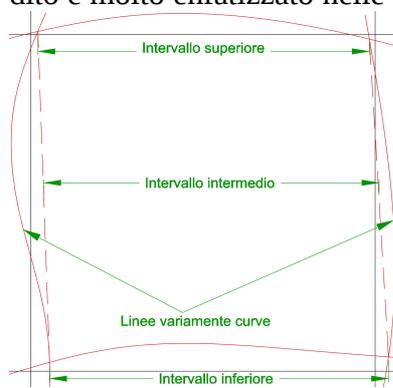


FIGURA 3 – Ingrandimento di un quadrato parametrico del foglio in figura 2a, in cui sono molto accentuate le deformazioni per enfatizzarne le caratteristiche al fine di valutarne le implicazioni.

Il quadrato originario disegnato in nero, teorico in quanto generalmente deformato già allora, assume la forma reale rappresentata in rosso a tratto continuo delimitata da linee che saranno in generale variamente incurvate seguendo tracciati in cui non è giustificata alcuna cuspidè o discontinuità a meno di piegature o strappi.

Si può anche osservare che, in linea teorica, la misura di ogni intervallo, superiore, inferiore o qualunque altro, dovrebbe essere eseguita lungo la rispettiva curva come sviluppo della stessa.

Per la natura del supporto e delle possibili cause, è molto molto probabile che le deformazioni abbiano seguito una progressione continua e cioè con dilatazioni e contrazioni che aumentano e diminuiscono man mano, facendo sì che le linee parametriche risultino variamente curvate e non delle spezzate. Curve molto blande, a curvatura ampissima, ma pur sempre curve. Naturalmente faranno eccezione eventuali strappi o piegature, che affronteremo distintamente nei casi in cui sarà possibile.

Può essere utile premettere un'osservazione inerente le differenze fra le letture di informazioni sul supporto cartaceo (originale) e su una sua scansione: quest'ultima implica delle approssimazioni dovute alla dimensione dei pixel, al di sotto della quale non si possono distinguere particolari, e alla loro disposizione secondo linee perfettamente ortogonali che l'originale può non seguire e in generale non rispetta.

Considerando punti di controllo gli incroci parametrici, i segmenti che li uniscono (tratteggiati in figura 3) non rispettano l'andamento reale delle linee parametriche; vediamo che, per esempio, l'intervallo mediano (a metà altezza) misurato sulle curve sarà diverso dalla media degli intervalli superiore e inferiore. E più in generale è evidente che allontanandosi dagli incroci parametrici le deformazioni reali si discosteranno sempre più da quelle ipotizzate rettilinee.

#### 4.1.1 METODO “TANI”

Non c'è un motivo tecnico significativo per indicare con il nome del proponente questo metodo, che certamente non è stato né ideato né proposto per la prima volta da Pier Domenico Tani. Ma il fatto che lui lo abbia spiegato nel testo che è poi divenuto un caposaldo

15 Com'è evidente nella figura 3 la figura geometrica risultante dalla generica deformazione del quadrato originario non ha lati rettilinei; lo definiamo comunque “quadrilatero” per comodità, ma ciò non deve indurre semplificazioni senza le opportune considerazioni.

della materia ha fatto sì che il metodo sia oggi legato al suo nome. E siccome si tratta di un metodo molto valido e diffuso, mi pare che continuare così contribuisca anche a rendere omaggio a un Collega di grande levatura la cui opera è tuttora utilissima a tutti noi.

Nella sua più nota descrizione<sup>16</sup>, Pier Domenico Tani raccomandava, fra l'altro  
*In ogni caso si deve evitare, se possibile, di far riferimento ad uno solo degli assi parametrici, se non per punti ad esso assai vicini.*

cosa che sottolinea la necessità di eseguire la correzione delle deformazioni proporzionale all'intervallo parametrico e che, ribadisco, mi trova pienamente d'accordo proprio per l'osservazione già ripetuta e che anche grazie agli argomenti portati dal Tani può costituire una sorta di principio inerente il fatto che il quadrato parametrico costituisca il più accurato mezzo di verifica delle deformazioni.

Nella sua formulazione originale il metodo prevede l'impiego di uno scalimetro con cui misurare, per ognuna delle due coordinate nell'opportuna direzione, le distanze dalla linea parametrica su cui si pone l'origine della scala al punto cercato e alla linea opposta, per poi eseguire la proporzione che riconduca all'intervallo nominale la distanza fra le linee.

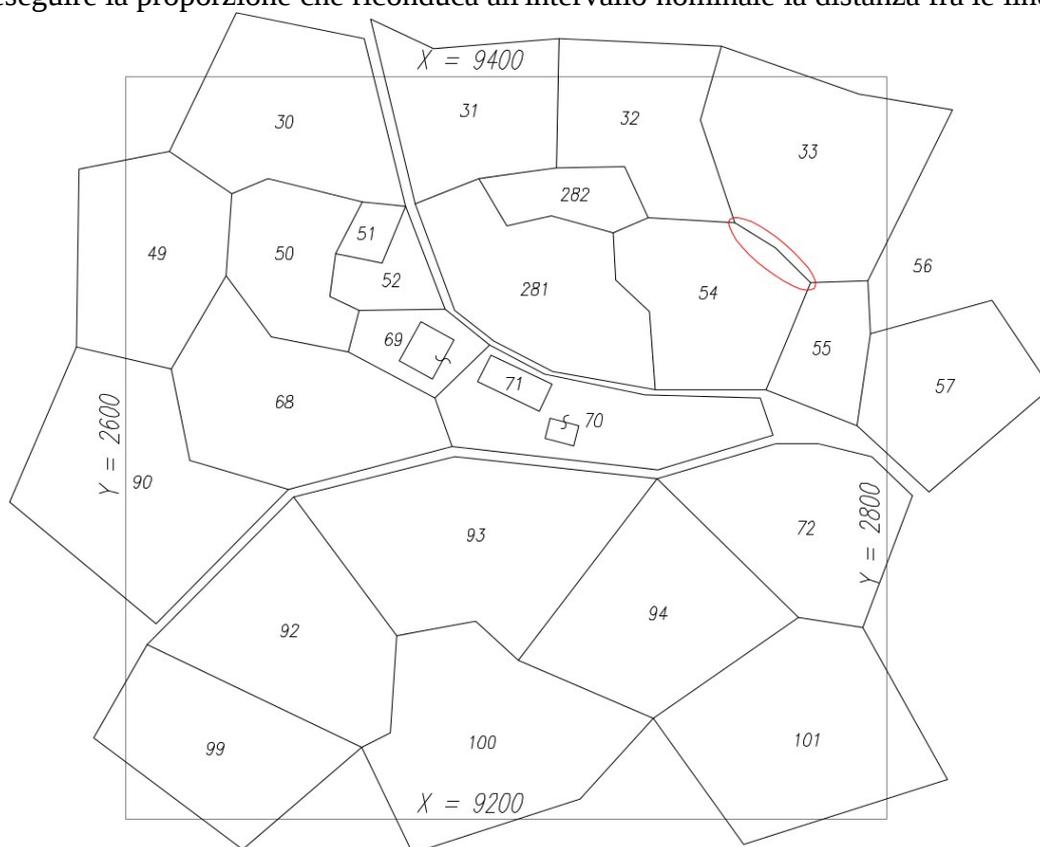
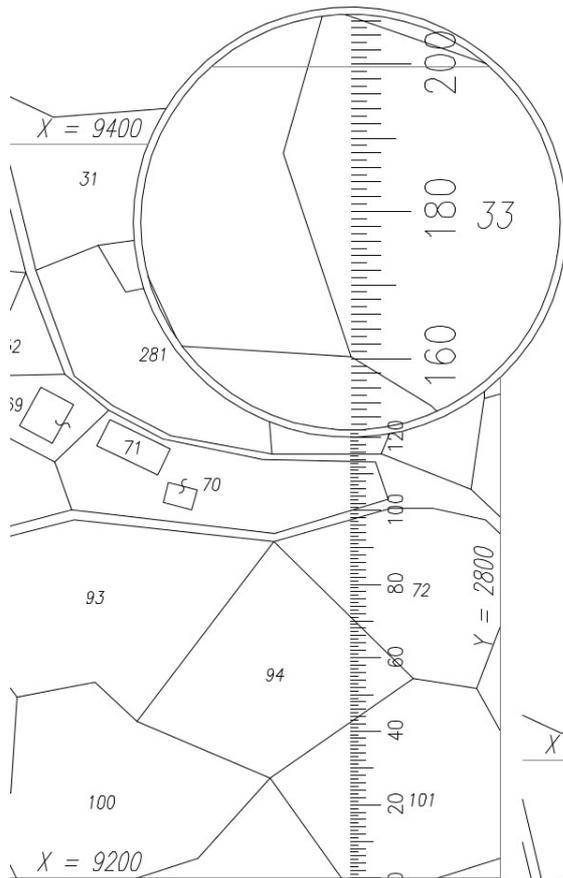


FIGURA 4a – Dovendo ricostruire sulla base della mappa il confine fra i mappali 33 e 54, sarà necessario prelevare le coordinate di ognuno dei tre punti che lo formano, come di altri per l'inquadramento.

Naturalmente le misure dovranno avere direzione verticale per gli intervalli della coordinata X e orizzontale per quelli della Y.

Nella prima edizione l'Autore ammetteva anche, in certi casi, che si collocasse “lo scalimetro in modo da suddividere proporzionalmente lo scarto in corrispondenza dei due parametri presi a riferimento”. In pratica, quando l'intervallo reale è conseguente a una contrazione, risulta inferiore a quello nominale e quindi è possibile modificare la direzione dello scalimetro in modo da far coincidere con i parametri i valori nominali iniziale e finale dell'intervallo (0 e 200 nel caso di scala 1:2000) e così leggere direttamente il valore della coordinata del punto cercato senza dover calcolare la proporzione descritta in figura 4b.

16 Tani P. D. – Aspetti tecnici dell'azione di regolamento di confini – Maggioli (RN) – 1992



il rapporto Intervallo teorico/Intervallo letto che chiamava **coefficiente di compensazione**.

Applicando lo stesso metodo alla coordinata Est si ha:

$$2600 + 200 \times 162,10 / 202,30 = 2760,26$$

Il procedimento dovrà essere ripetuto per ciascun punto d'interesse per ottenere le coordinate dei punti di riferimento e di confine corrette dalle deformazioni del supporto secondo i criteri propri del metodo, che rispettano specificamente il procedimento di disegno delle stazioni e sono discussi nel testo.

È un'estensione del teorema di Talete che mi pare legittima in quanto sottintende praticamente paralleli i parametri e dunque non immagino motivi concreti che abbiano portato l'Autore a escludere la precisazione nell'edizione successiva. Si tratta comunque di un espediente applicabile direttamente soltanto al prelievo di misure sull'originale cartaceo, in quanto l'impiego di scansioni non ne beneficia se non per la dimostrazione di una certa libertà della scelta della direzione di misura delle distanze dai parametri.

Infatti piccole deviazioni della direzione dello scalimetro, e quindi della misura, rispetto a quella teorica non hanno rilevanza pratica; in particolare si deve evidenziare che la misura teorica rigorosa dovrebbe seguire lo sviluppo che ha assunto la linea precedente alla deformazione, che è ovviamente impossibile conoscere tanto a priori quanto a posteriori, ma le ipotetiche imprecisioni (ipotetiche, insisto) sono certamente di alcuni ordini di grandezza inferiori all'insieme di approssimazione ed errori in gioco.

Il metodo Tani tiene conto del reale andamento delle linee parametriche agli estremi dell'intervallo, quindi non risente del problema dell'eventuale curvatura delle stesse, non sempre trascurabile. Per contro risente dell'impossibilità di stimare lo sviluppo della deformazione individuandone la direzione precisa, ma con effetti che appaiono trascurabili.

**FIGURA 4b** – Il riquadro parametrico a cui riferire il prelievo è delimitato dalle coordinate Nord 9200 e 9400 e dalle Est 2600 e 2800; fra questi estremi devono essere corretti i valori letti. Il metodo prescinde da ciò che accade fuori da questi intervalli. Posto lo zero dello scalimetro in corrispondenza del bordo sud, si stimano le coordinate Nord parziali tanto al punto cercato quanto al bordo nord, ottenendo rispettivamente i valori 160,20 e 199,60.

Il risultato parziale si ottiene dalla proporzione (Nord cercata) / (Nord letta) = (Intervallo teorico) / (Intervallo letto), ossia

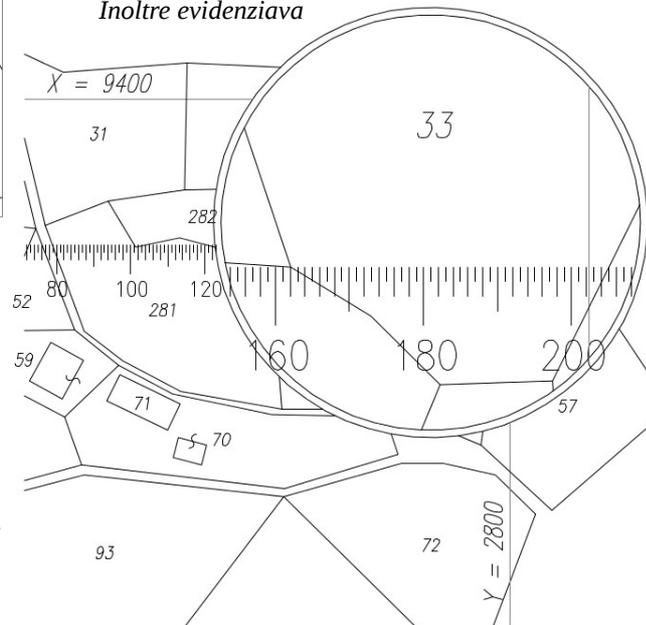
$$N / 160,20 = 200 / 199,60$$

$$\text{dunque } N = 200 \times 160,20 / 199,60$$

da sommare alla coordinata nord del parametro da cui si è iniziata la misura, per ottenere:

$$9200 + 200 \times 160,20 / 199,60 = 9360,52$$

Il Tani suggeriva la lettura dei valori secondo il verso del modulo crescente, quindi verso sud in caso di coordinate negative; ma è equivalente conservare il verso ed eseguire la somma algebrica. Inoltre evidenziava



#### 4.1.2 METODI DI INTERPOLAZIONE SUGLI INCROCI PARAMETRICI

Rispetto all'originale cartaceo le scansioni dei fogli per vari motivi riducono la precisione con cui è possibile individuare le linee parametriche. I loro incroci risaltano spesso un po' meglio delle linee che li formano grazie alla più marcata differenza d'intensità del colore che rende evidenti alcuni pixel. Perciò è frequente che impiegando un PC per il prelievo di coordinate si considerino prioritari i punti d'incrocio dei parametri rispetto allo sviluppo delle linee, anche se ciò ha conseguenze che cercheremo di approfondire.

Facendo questa scelta, per ricavare le coordinate di alcuni punti del foglio si procederà quindi a digitare, oltre a quei punti, tutti gli incroci che formano i quadrilateri che li circoscrivono. Per fruire della più accurata rete di elementi di controllo delle deformazioni sono necessari almeno gli incroci che potremmo definire *di primo perimetro* per usare una definizione resa familiare dalle norme Catastali. Infatti la massima accuratezza a cui possiamo aspirare per la correzione delle deformazioni del foglio si potrà ottenere ricorrendo all'intervallo minimo disponibile per il loro controllo, ossia l'intervallo parametrico.

Il metodo "Tani", che abbiamo trattato separatamente per vari motivi, impiega proprio quell'intervallo, riferendo le letture all'interdistanza locale delle linee parametriche senza alcuna prevalenza dei loro incroci, come avviene invece sviluppando metodi eseguibili al PC che scelgono per il calcolo proprio quegli incroci.

##### 4.1.2.1 APPLICAZIONI SUL SINGOLO QUADRATO

È possibile eseguire il calcolo su un singolo quadrilatero per riportare ogni spigolo alle coordinate nominali che lo rendono un quadrato perfetto senza tener conto degli altri quadrati del foglio. In questo caso, presentato con deformazioni enfatizzate nella figura 5, i quattro vertici possono essere congiunti soltanto con segmenti rettilinei non essendo possibile alcuna ipotesi di curvatura concava o convessa degli stessi.

Costruito così un quadrilatero, immaginiamo due opzioni di interpolazione nell'intervallo fra due lati opposti: secondo una direzione scelta all'interno del quadrilatero oppure secondo una individuata dall'intersezione degli altri due lati. Nella figura 5 sono illustrati ambedue, il primo per la coordinata X, verticale, e il secondo per la Y. Osserviamo che per entrambi, a differenza di come si procederebbe posando uno scalimetro sulla carta, non leggiamo l'intervallo totale, ma le due distanze al parametro minore e a quello maggiore, per ricavare poi l'intervallo effettivo dalla somma dei due valori. Da qui il calcolo segue lo schema del Tani imponendo fra la coordinata cercata e quella letta sulla carta lo stesso rapporto che esiste fra l'intervallo teorico e quello ottenuto dalla suddetta somma.

Vediamo le due opzioni:

- Nella prima ipotesi si deve scegliere localmente la direzione per misurare le distanze contenendo i possibili errori entro livelli accettabili.
    - Le misure verticale e orizzontale prese secondo gli assi del CAD espongono all'incertezza del parallelismo fra tali assi e le direzioni (medie) dei parametri. Si osservi che assicurare orizzontalità e verticalità dei bordi dell'immagine non dà alcuna garanzia poiché questi non sono in genere paralleli ai bordi del foglio che, a propria volta, non sono paralleli ai parametri perché questi sono localmente deformati. E, cosa peggiore, non è nota l'entità dello scarto.
    - È opportuno eseguire le misure dal punto da determinare agli opposti parametri imponendo l'ortogonalità a questi. Il concetto di distanza di un punto da una linea, in geometria, implica proprio l'ortogonalità che garantisce il valore minimo; ma nel nostro caso la linea da preferire teoricamente sarebbe la curva secondo la quale quella perpendicolare s'è deformata. Le caratteristiche di progressività e dolcezza delle deformazioni assicurano comunque che lungo la normale la direzione di lettura si approssimi sufficientemente bene a quella ottimale.
- Inoltre il sostanziale parallelismo fra i parametri comporta che una scelta grossolana

causi errori molto inferiori a quello evidenziato a destra nella figura 5 e dunque trascurabili. Pertanto il metodo è efficace comunque, al contrario della lettura secondo una direzione arbitraria.

- Fissati i vertici e formato così il quadrilatero, per ogni coordinata si cerca l'intersezione delle relative coppie di lati, intersezione che si troverà a grande distanza se non quando risulteranno paralleli; in questo particolare caso le distanze dal punto a ciascuno degli altri lati saranno misurate lungo la parallela passante per il punto, mentre di norma si misureranno sulla congiungente il punto con l'incrocio dei lati, nell'ipotesi che le deformazioni del supporto siano progredite “a ventaglio”.

È ragionevole ritenere che i due metodi diano differenze abbondantemente trascurabili, come accennato, per il sostanziale parallelismo delle linee fra le quali si leggono le misure; differenze normalmente molto inferiori all'eventuale errore di curvatura delle linee.

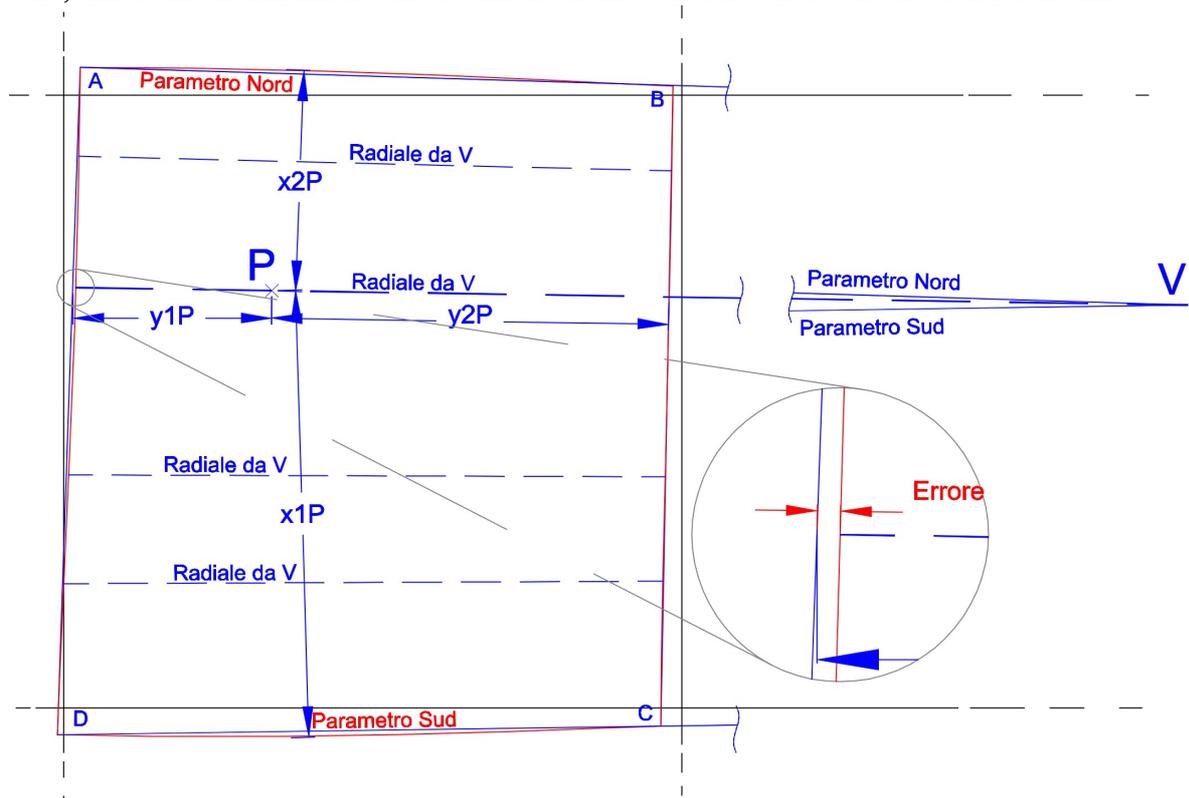


FIGURA 5 – Illustriamo due metodi per trattare ogni quadrilatero parametrico a sé, vedendoli su quello che consideriamo formato dai vertici A, B, C e D nel quale vogliamo prelevare le coordinate di un generico punto P: sulla X, verticale, vediamo il metodo di lettura operante localmente all'interno del quadrilatero, mentre sulla Y, orizzontale, vediamo l'altro metodo, che individua il punto V in cui s'incrociano le linee parametriche teoricamente parallele alla direzione cercata ipotizzando una deformazione “a ventaglio”. Per calcolare la proporzione, si leggono le distanze dai parametri inferiore ( $x1P$ ;  $y1P$ ) e superiore ( $x2P$ ;  $y2P$ ) che consentono anche di calcolare la totale fra i parametri, più difficile da misurare rispetto alla carta. Sulle riproduzioni raster, diversamente dagli originali cartacei, è invalso l'uso di prediligere gli incroci parametrici, più comodi ma d'impiego meno preciso perché, una volta fissati i gli incroci A, B, C e D, unirli con dei segmenti rettilinei assume una semplificazione che produce l'errore ingrandito a destra: la linea reale, in rosso, differisce da quella che approssima, in blu, di una quantità che i due metodi non possono misurare.

#### 4.1.2.2 APPLICAZIONI SU PIÙ QUADRATI

Un'osservazione anche soltanto fugace alla figura 2a, che mostra la casualità delle possibili deformazioni, fa pensare che queste non possano essere precisamente modellizzate quadrato per quadrato senza tener conto delle differenze fra l'uno e l'altro: si intuisce che la variazione del “coefficiente di compensazione”<sup>17</sup> non può variare repentinamente oltrepassando il lato di un quadrilatero. In una qualche misura la deformazione riscontrabile in

17 Si ricordi dalla didascalia della figura 4b che il Tani definiva così il rapporto fra l'intervallo parametrico nominale (teorico) e quello effettivamente letto fra i parametri.

un quadrilatero dev'essere influenzata da quella di quelli adiacenti, che influenzerà a propria volta. Ma siccome il reticolo parametrico è il mezzo di verifica di minor dimensione di cui disponiamo, per un maggior rigore possiamo fare soltanto ipotesi.

Nella maggior parte dei casi i punti d'interesse, fra confine e riferimenti, si trovano in più quadrilateri, e in tal caso è evidente un'altra criticità teorica dei metodi poc'anzi descritti che stabiliscono un certo coefficiente all'interno di un riquadro e uno diverso in quello adiacente: nelle ipotesi di deformazione si introduce una discontinuità concettualmente incompatibile con l'evidente progressione continua nelle deformazioni reali del supporto<sup>18</sup>.

Per evitare questa discontinuità si può ricorrere a metodi di correzione delle deformazioni che considerino anche altri quadrilateri parametrici: trasformazioni polinomiali oppure a “foglio di gomma” (*rubbersheeting*). Tali procedure elaborano contestualmente tutta la superficie in esame influenzando reciprocamente “in qualche modo” le deformazioni riscontrate su ogni quadrilatero di cui sono precisati i vertici. Optare per una di queste possibilità vuole affrontare il problema delle deformazioni fisiche intervenute sul supporto cartaceo nel loro complesso, ma di queste purtroppo non si possono conoscere le caratteristiche; quindi il tentativo, in sé ragionevole, non può invertire rigorosamente la deformazione.

Un ulteriore elemento di incertezza di questi procedimenti lo individuo nella grande difficoltà che si incontra a conoscere con precisione gli algoritmi e a metterli eventualmente in relazione con gli effetti pratici sui punti della mappa: non ho riscontrato alcuna spiegazione concreta riguardo alla scelta del grado, per le trasformazioni polinomiali, mentre il foglio di gomma non definisce un metodo univoco e pertanto “figurabile”. Vanno sotto tale nome algoritmi ottimizzati per il trattamento di aree continue e altri che riguardano la congiunzione di fogli. Mentre i primi impiegano l'insieme di punti doppi scelti coinvolgendo realmente più quadrati, e si adattano anche a schemi irregolari, questi ultimi si inquadrebbero meglio fra i sistemi che ricostruiscono singoli quadrati o, nella migliore delle ipotesi, impiegano soltanto punti ai bordi.

Penso che valga anche la pena di osservare che il complesso delle deformazioni oltre a quelle del supporto comprende anche quelle originarie, di cui i disegnatori tenevano conto proprio secondo il quadrato di appartenenza della stazione. Questo riduce ulteriormente, a mio avviso parecchio, l'importanza concreta di applicare metodi che garantiscano l'interazione fra le deformazioni di più zone<sup>19</sup>.

#### 4.1.2.3 CALCOLI IN ESTRAPOLAZIONE O IN PRESENZA DI DISCONTINUITÀ

I casi in cui la rappresentazione dei punti da prelevare eccede l'ultimo parametro sono concettualmente identici a quelli in cui nell'intervallo fra due parametri è intervenuta una discontinuità come una piegatura o uno strappo, perché in caso di discontinuità non è lecito considerare continue le deformazioni e calcolare la proporzione fra i parametri estremi. Così facendo si tratterebbe l'intero intervallo come se la variazione che lo riguarda fosse regolare “inquinando” con l'errore localizzato dato dalla discontinuità anche i tratti regolari.

L'unica differenza fra i due casi è che in presenza di discontinuità fra due parametri è comunque possibile misurare l'intervallo che la sottende, mentre quando i punti da prelevare si trovano in estrapolazione rispetto all'ultimo questa possibilità è preclusa; ma per l'osservazione precedente si può raccomandare in ogni caso di evitare il calcolo sull'intervallo affetto da errore. Perciò affidandosi ai soli incroci parametrici le procedure attuabili

---

18 Inoltre non si deve dimenticare l'errore evidenziato in figura 5 che opera con segni invertiti su riquadri adiacenti, amplificandosi!

19 Non ho studiato con rigore matematico trasformazioni polinomiali o *rubbersheeting* e pertanto non posso farne qui una trattazione completa. D'altra parte neppure degli altri metodi citati fornisco più di una panoramica; infatti lo scopo del presente lavoro si potrebbe dire quello di indicare un procedimento euristico utile al tecnico riconformatore e – forse soprattutto – fornire spunti e argomenti per descrivere i procedimenti adottati a committenti, legali e giudici, soggetti per lo più digiuni delle materie tecniche trattate.

sono due: estrapolazione rispetto all'intervallo adiacente oppure rinunciare alla calibrazione e considerare la zona priva di deformazione secondo quella direzione.

Il caso è visibile in concreto nella figura 6, che riproduce una zona marginale di un foglio in cui i mappali eccedono l'ultimo parametro verticale verso est e risulta perciò impossibile misurare l'intervallo parametrico in cui ricadono i limiti di quei mappali. Nella direzione X si può operare comunque acquisendo sia la coordinata del punto cercato sia la distanza grafica fra i parametri, per poi calcolare la proporzione; ma verso est si può soltanto leggere la coordinata.

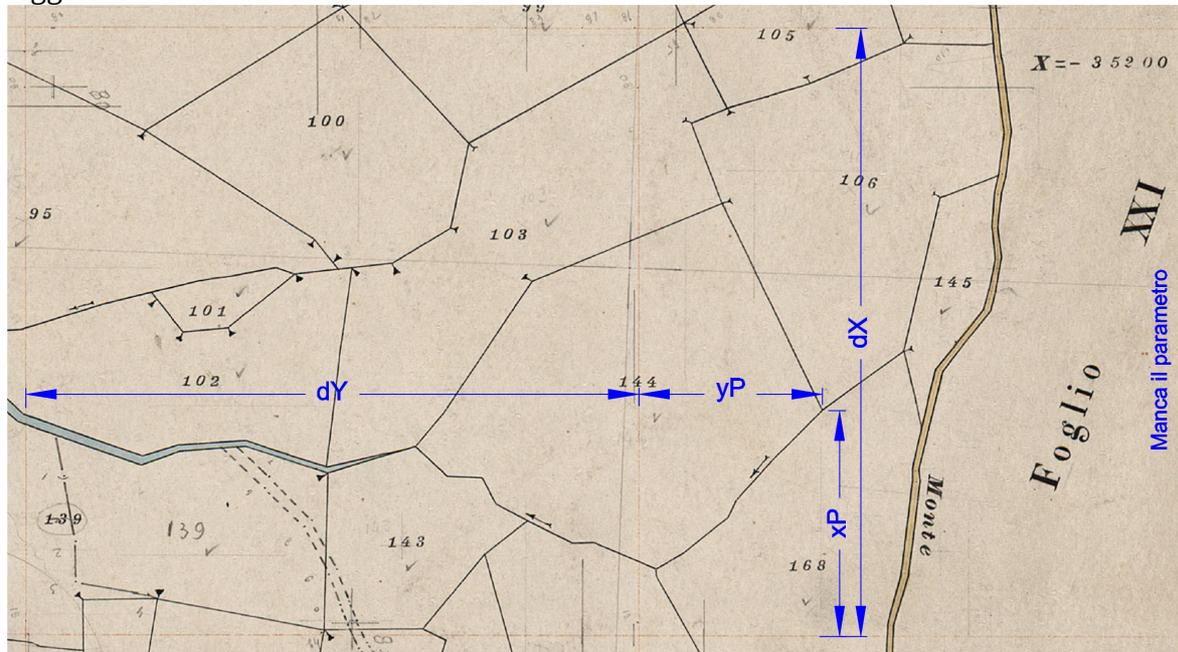


FIGURA 6 – Vediamo la situazione in cui una parte dei mappali eccede l'ultimo parametro tracciato sul foglio prima del bordo, situazione rara nei fogli a perimetro chiuso ma ordinaria in quelli a perimetro aperto. Si deve però osservare che indipendentemente dal tipo di foglio, questa situazione si ripete anche in presenza di lacerazioni o piegature: se al posto della strada trovassimo uno strappo, l'eventuale presenza di un parametro più a est non darebbe alcun contributo perché l'intervallo  $dY$  dovrebbe essere misurato comunque nella posizione indicata in figura per non inquinare il valore con gli effetti di una discontinuità.

Abbiamo allora due possibilità: evitare qualsiasi ridimensionamento del valore di  $yP$  letto, oppure esaminare gli intervalli parametrici più a ovest. La prima opzione assume che, essendo impossibile misurare la deformazione, sia lecito (o comunque preferibile) ritenerla nulla. A tale assunzione riconosco piena legittimità e la applico spesso.

Ma comunque legittima e molto interessante è anche l'ipotesi che gli intervalli limitrofi possano fornire informazioni attendibili sull'entità della deformazione. Si potrà allora leggere  $dY$  e decidere di estrapolare lo stesso rapporto anche verso est fino al punto cercato, oppure spostarci ancora verso ovest leggendo altri intervalli e osservando se le deformazioni seguono una progressione che ci suggerisce come comportarci per il nostro punto. Indubbiamente questa scelta richiede ottimo senso critico, soprattutto quando si decida di stimare la progressione; non nascondo di averla sempre evitata, ma non sono disposto a rifiutarla per principio. Soltanto necessita di un'ottima motivazione.

#### 4.2 METODI IN ASSENZA DI QUADRILATERI PARAMETRICI

Per i fogli privi di parametratura, in ragione di quanto osservato al capitolo 3.3.2 sulla presenza di deformazioni del supporto, è necessario porsi il problema delle loro correzioni pur mancando le linee che formano quadrilateri. In quel capitolo s'è detto dell'importanza di considerare che potrebbe risultare impossibile o comunque troppo incerta la distinzione fra errori, da mediare, e deformazioni, da correggere, e valutare di conseguenza critica-

mente se sia proficuo applicare “correzioni”. Si dovrà quindi decidere se applicare la deformazione inversa, azzerando tutte le differenze, oppure non applicarla, accettandole. E lo si farà basandosi sull'entità e sulla distribuzione degli scarti su singoli punti doppi.

Bisogna anche considerare la sostanziale differenza fra questa situazione e quella in cui si disponga di parametratura coerente su più fogli, a cui s'è accennato nel capitolo 3.4, anche per il semplice impiego di punti lontani di orientamento, la cui affidabilità è molto più precaria riducendosi le garanzie di coerenza al sistema.

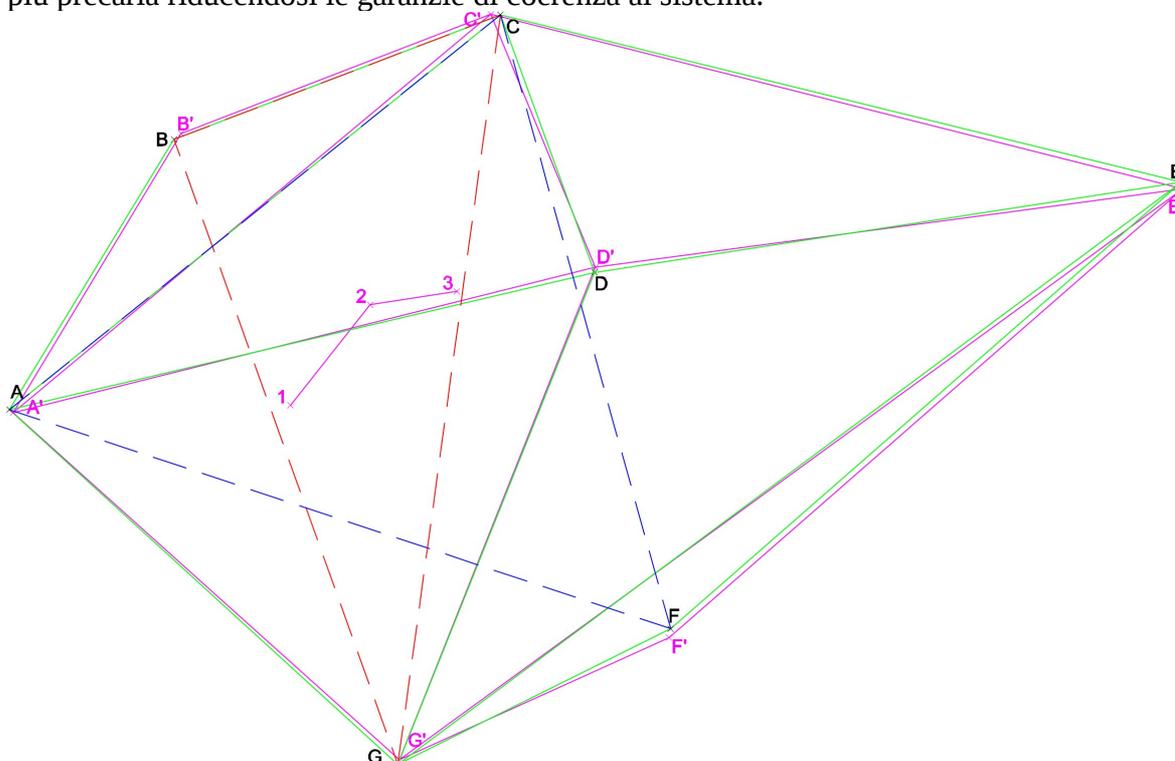


FIGURA 7a – Un metodo divenuto familiare per visualizzare i punti di inquadramento è unirli con una rete a maglia triangolare: in verde quella sulle posizioni reali e in magenta quella sulla mappa. Tale rete non è però determinata univocamente. Ad esempio per trattare la linea 1-2-3, che nella maglia generale interesserebbe due triangoli distinti (ACD e ADG) è possibile impostare la maglia in modo che la linea ricada interamente in un solo triangolo BCG (rosso) oppure ACF (blu), ma sarebbero realizzabili anche altre scelte.

In assenza di reticolo parametrico gli scarti fra la posizione reale dei punti doppi, in nero, e quella riscontrata in mappa, in magenta, sono dati dalla somma di errori e deformazioni; somma che non è scomponibile. Perciò azzerare le differenze non corregge, neppure concettualmente, le sole deformazioni.

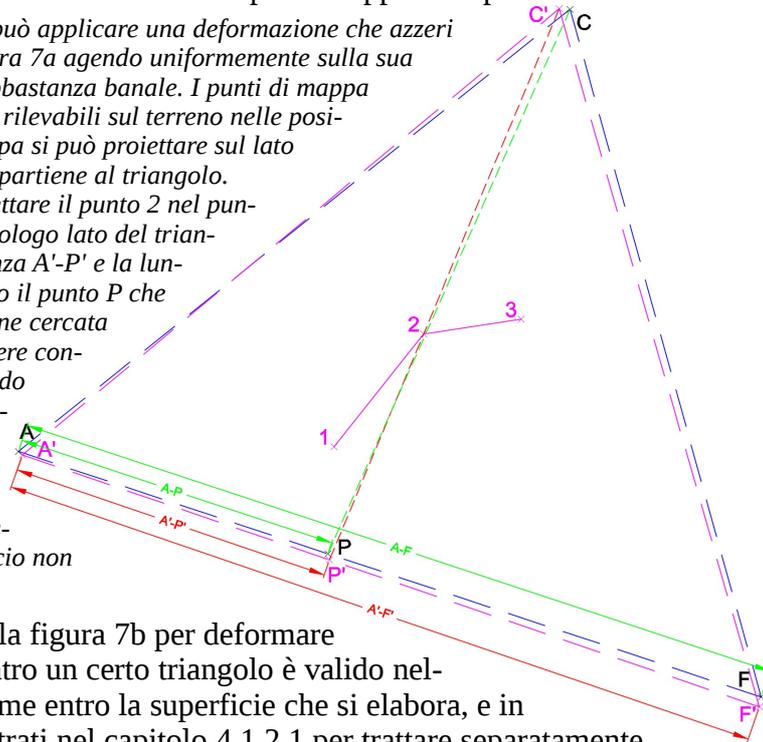
Scelti i punti doppi si potrà optare per procedimenti pratici che trattino distanze o triangoli formati con la maglia dei punti disponibili, oppure applicare procedimenti più “strutturati” che coinvolgano l'insieme dei punti doppi disponibili per simulare le deformazioni nel loro complesso, procedimenti che includono anche in questo caso le trasformazioni polinomiali o alcune a “foglio di gomma”. Per quanto accennato in figura 7a, la trattazione delle deformazioni basata sui triangoli avrebbe effetti diversi su ciascun punto quando questo rientrasse in un triangolo diverso. È quindi opportuno valutare criticamente i metodi disponibili per poter operare una scelta motivata.

#### 4.2.1 METODO SU SINGOLI TRIANGOLI

Le vigenti norme per l'aggiornamento delle mappe catastali hanno reso familiare il concetto di “punti di primo perimetro”; concetto che tutti abbiamo potuto riscontrare non rigoroso semplicemente osservando, com'è evidente nella figura 7a, che per gli oggetti di cui ci interessiamo non è univoca la scelta di un triangolo “di primo perimetro”. Inoltre rilevando più di tre punti d'inquadramento, fiduciali nel caso catastale, sappiamo che è sempre possibile unirli a tre a tre in più modi. Dunque l'insieme dei punti d'inquadramento può formare diversi gruppi di triangoli.

Il tecnico riconfinatore ha la responsabilità della scelta, e non penso che si possa indicare un criterio per compierla; in linea di massima si valuteranno l'ampiezza dei triangoli, la possibilità di includere l'intero set di punti cercati in uno soltanto, la prossimità dei punti doppi al confine cercato, la rispondenza di ciascun punto doppio alla posizione reale...

FIGURA 7b – Per esempio si può applicare una deformazione che azzeri gli scarti sul triangolo ACF della figura 7a agendo uniformemente sulla sua intera superficie con un espediente abbastanza banale. I punti di mappa A', C' e F' sono punti doppi in quanto rilevabili sul terreno nelle posizioni A, C e F; da ogni vertice di mappa si può proiettare sul lato opposto ciascun punto cercato che appartiene al triangolo. Ad esempio dal vertice C' si può proiettare il punto 2 nel punto P' sul lato A'F'. Imponendo sull'omologo lato del triangolo reale la proporzione fra la distanza A'-P' e la lunghezza A'-F' dell'intero lato, otteniamo il punto P che risponde esattamente alla deformazione cercata per quel lato: il segmento CP può essere considerato omologo reale di C'-P' secondo quella deformazione. Ripetendo il procedimento per lo stesso punto 2 rispetto agli altri due vertici e relativi lati opposti, otteniamo tre segmenti che in mappa sono costruiti passanti per il punto. Nella realtà l'incrocio non sarà perfetto.



L'espediente illustrato nella figura 7b per deformare il settore di mappa compreso entro un certo triangolo è valido nell'ipotesi di deformazione uniforme entro la superficie che si elabora, e in ciò risulta analogo a quelli illustrati nel capitolo 4.1.2.1 per trattare separatamente ogni singolo quadrilatero. Mi preme però ribadire ancora una volta che in quel caso si stavano correggendo effettivamente le sole deformazioni, mentre mancando i parametri queste sono indissolubilmente legate agli errori di posizionamento. Una deformazione che abbia espanso un quadrilatero a scapito di quello a fianco deve realmente essere corretta schiacciando il primo per espandere il secondo, ma un errore che comprime un triangolo allargando quello adiacente determinerebbe una deformazione arbitraria e sbagliata negativa in una zona e positiva nell'altra.

Questo problema, presente in tutti i casi di mancanza di parametri, valutato per lo specifico caso del triangolo singolo in rapporto al singolo quadrilatero parametrico, mi sembra dare un'ottima evidenza alla criticità di fondare la scelta del metodo unicamente su un'analogia con un altro.

#### 4.2.2 METODO MEDIANTE DISTANZE

Per tener conto di tutti i punti con un sistema empirico, capace comunque di garantire un buon controllo al tecnico riconfinatore, è possibile leggere le distanze dai punti doppi a ogni punto cercato; nel caso di figura 7a, quindi, fino a sette distanze per ciascun punto. Applicando quelle distanze alle posizioni reali dei punti di riferimento si possono calcolare tante intersezioni quante sono le coppie di punti ritenuti validi.

Naturalmente l'intersezione delle numerose distanze non sarà unica; anche se questo metodo, disponendo di numerosi punti doppi, permette di stimarne l'attendibilità, la ricerca del punto teorico d'intersezione è teoricamente la stessa che si realizzerebbe con una roto-traslazione ai minimi quadrati, ma praticamente onerosissima. Era un metodo giustificato operando sui fogli cartacei, che mi pare molto scomodo disponendo delle scansioni.

#### **4.2.3 METODI COMPLESSIVI**

Naturalmente anche sui punti doppi si possono applicare trasformazioni polinomiali o a “foglio di gomma”, che consentono di trattare tutta la maglia nel complesso rendendo più progressivo il passaggio da un triangolo all'altro. Anzi, come per il metodo che impiega le distanze non si ha proprio alcuna suddivisione in triangoli, e dunque il risultato è progressivo e potenzialmente molto accattivante.

Ma anche per queste trasformazioni è importante considerare quanto sottolineato al capitolo 4.2.1 riguardo alla presenza degli errori e non delle sole deformazioni, e quindi alla loro influenza: le trasformazioni impongono una deformazione anche per contrastare gli errori, che hanno effetti opposti da una parte e dall'altra di ciascun punto doppio in ragione della direzione dello specifico scarto.

#### **4.2.4 PUNTI IN ESTRAPOLAZIONE RISPETTO AI PUNTI DOPPI O IN PRESENZA DI DISCONTINUITÀ**

In presenza di piegature o strappi oppure quando i punti cercati risultano esterni al perimetro dei punti doppi, tutti i procedimenti sopra illustrati possono operare anche in estrapolazione: il metodo delle distanze, addirittura, non richiede accorgimenti diversi; la proiezione sui lati del triangolo può essere eseguita sui loro prolungamenti e le altre trasformazioni non hanno preclusioni di principio.

È però del tutto evidente la caduta di accuratezza che è necessario saper stimare perché la condizione dei fogli di cui si parla è di per sé sfavorevole e lo schema adottato può facilmente rendere i risultati talmente scarsi da rendere preferibile il ricorso a punti doppi meno “pregiati”. Nei fogli possono essere rappresentati manufatti minori, oppure si potrà ricorrere a elementi più incerti che, in più alto numero, potrebbero dare contributi niente affatto trascurabili.

#### **4.2.5 PRECAUZIONI**

In ogni caso è indispensabile valutare attentamente sia quali punti evitare sia l'opportunità di eseguire la “correzione” che, come non mi stanco di ripetere, costituisce una deformazione del documento.

Come ho già accennato considero molto interessante per questi casi la rototraslazione ai minimi quadrati, che può applicare un fattore di scala il quale, può essere utile osservare, ha molte analogie con la deformazione, soprattutto perché gran parte delle riconfinazioni riguarda aree circoscritte; cosa maggiormente vera per punti situati all'interno di un solo foglio, come nel caso di mancanza di parametri. Infatti per la correlazione di più fogli ci si deve affidare al rilievo dello stato di fatto a cui sovrapporre ogni foglio separatamente.

La rototraslazione con variazione di scala, quindi, simula molto bene la correzione delle deformazioni e lascia in evidenza negli scarti residui una buona parte degli errori consentendo di tenerne conto. Comunque è necessario calcolare una rototraslazione a priori per valutare la qualità dei singoli punti doppi osservandone gli scarti. Soltanto dopo si potrà decidere se sia il caso di scegliere un procedimento per annullarli oppure affinare la rototraslazione stessa eliminando i punti di minor qualità o attribuendo pesi a ciascun punto così da conferire importanza maggiore ai punti più prossimi al confine e a quelli con minori scarti. Pesi molto modesti a punti lontani possono comunque renderli utili al solo orientamento grossolano, tollerando che vi compaiano scarti lineari più robusti.

### **4.3 QUALCHE CONSIDERAZIONE SULLE SCANSIONI**

Alla luce degli approfondimenti fin qui esposti, vale la pena di riprendere brevemente anche il discorso accennato illustrando i risultati delle scansioni al capitolo 2.3.1.2 allo sco-

po di individuare limiti e potenzialità dei documenti a cui si può avere accesso, per i quali è bene che siano note le modalità di formazione, che possono avere riflessi su specifici effetti deformanti e quindi giustificare alcune opzioni correttive.

Lo scanner planetario, ritenuto giustamente il più adatto, espone al solo rischio di deformazioni prospettiche a fronte di un'ottima qualità delle immagini e costanza di prestazioni. Normalmente la qualità dell'ottica è tale per cui le deformazioni che induce risultano estremamente contenute e probabilmente di diversi ordini di grandezza inferiori a quelle del supporto. Le eventuali deformazioni prospettiche, dovute a non perfetta ortogonalità fra piano del foglio e asse ottico, sono teoricamente più pericolose perché di natura diversa dalle deformazioni e dunque richiederebbero un approccio correttivo differente; ma la loro entità sempre parecchio minore del problema più grosso costituito dalle deformazioni le rende di norma trascurabili. Quindi queste scansioni sono sempre idonee all'uso.

Lo scanner a rullo e tutti i sistemi di riproduzione con parti in movimento, prevedono effetti differenti lungo i due assi. Ma personalmente non mi preoccupa affatto questa differenza, perché tutti i metodi descritti riescono a neutralizzarle molto efficacemente, a partire da quello del Tani che ha sempre espressamente distinto le correzioni nei due sensi. In definitiva sono molto ben trattabili le deformazioni omogenee anisotrope prodotte da strumenti di buona qualità correttamente impiegati e mantenuti, perché l'unico problema che non è possibile risolvere è la mancanza di omogeneità: se il rullo non garantisce un trascinamento uniforme del foglio, manca qualunque elemento di misura puntuale delle deformazioni.

Quest'ultima disamina dimostra che anche un normale scanner da ufficio (fotocopiatrice *all-in-one*) potrebbe eseguire scansioni accettabili se si riscontrasse una buona uniformità di movimento del carrello. A volte le difficoltà operative a trattare fogli cartacei presso gli Uffici possono ragionevolmente indurre a lavorare su fotocopie degli stessi, che possono essere ottenute pagando i relativi diritti. Più d'una volta, tempo addietro, ricorsi alle fotocopie di questo tipo e l'operatore, gentilmente, assecondava la mia richiesta di farle abbastanza scure da poter individuare i parametri. Per maggiore controllo sarebbe preferibile eseguire due fotocopie con orientamento del foglio ortogonale una all'altra così da far influire il movimento del carrello una volta su una coordinata e una volta sull'altra per poter mediare i risultati. Tenendo però conto del fatto che dalla fotocopia si dovrebbe poi passare alla scansione, le perdite di precisione e l'aggravio di operazioni temo che superino i possibili vantaggi.

#### **4.4 LE COORDINATE FORNITE DALL'UFFICIO**

Infine è bene dedicare qualche riflessione alla possibilità di ottenere dall'Ufficio le coordinate dei punti scelti per la ricostruzione di un confine: punti doppi per l'inquadramento e punti da ricostruire. Ha un certo seguito l'impressione che questa scelta conferisca "ufficialità" ai valori che si ricevono, ma penso che siano molto opportune alcune osservazioni utili a valutare singolarmente i casi in cui servirsene, e come procedere.

La ricerca di un confine perduto, così come la verifica di uno incerto, è incarico squisitamente professionale che il Committente affida a un Tecnico di propria fiducia. Abbiamo fin qui potuto valutare la miriade di aspetti che è possibile tenere in considerazione per affinare l'assunzione di elementi grafici, e questo mi pare che dimostri l'importanza di padroneggiare ogni scelta, indipendentemente dall'entità delle differenze che ciò comporta. Infatti riscontrare una discordanza di pochissimi centimetri con i risultati ottenuti da un Collega può essere un elemento di verifica e un'ottima premessa per un accordo, ma non penso che autorizzi ad abbandonare le proprie scelte professionali: non potendo mediare si aderirà alla posizione dell'uno o dell'altro in forza dell'applicazione delle tolleranze o per una migliore rispondenza ad altri indizi, oppure ancora chiarendo specifici vantaggi nella soluzione preferita.

Le differenze nelle coordinate mappa dei punti prelevati saranno ammesse soltanto se ricadenti nella ragionevole incertezza di interpretazione del documento (pochi decimi di millimetro, influenzati anche dalla qualità dello stesso) mentre i metodi di correzione delle deformazioni non potranno conferire altro che incertezze di pochissimi centimetri.

Non è stabilito quale metodo di prelievo delle coordinate debba essere adottato dall'Ufficio, né se sia prevista la correzione delle deformazioni; inoltre questi dati sarebbero esclusi dalle competenze del Tecnico, incaricato sulla base della fiducia del proprio Committente. In poche parole: per firmare un lavoro professionale, voglio che tutti gli elementi di cui posso (e perciò devo) assumermi la responsabilità siano sotto il mio controllo.

Tutto questo suggerisce di evitare il ricorso a coordinate d'Ufficio che, per di più, non è affatto assicurato che vengano conservate dall'Ufficio stesso per essere nuovamente fornite identiche in caso di una seconda domanda; non è un particolare secondario, se immaginiamo che nel corso di un procedimento vi si debba ricorrere: si avrebbero allora due dati diversi ma entrambi "ufficiali"...

Ma proprio perché ho tirato in ballo le responsabilità, segnalo un interessante caso riportato da Carlo Cinelli di un Collega chiamato a una CTU in assenza di uno dei due CTP. Com'è noto le parti non sono obbligate a nominare un proprio Consulente, e dunque succede che soltanto una lo abbia. In questa situazione, il CTU ha intravisto il rischio di prestarsi a successive contestazioni prelevando le coordinate alla presenza di un solo CTP e ha preferito richiedere le coordinate all'Ufficio e sottoporle a propria verifica per accertarsi che rientrassero nelle differenze ammissibili a cui ho accennato poc'anzi.

Una scelta lecita, quindi, anche se non obbligata. Ma anche una scelta professionalmente ragionevole perché non si deve pensare al rischio per sé, che il CTU avrebbe ben potuto affrontare dimostrando anche in seguito di aver bene operato; si devono invece considerare, come indubbiamente ha fatto quel CTU, i rischi per le Parti di non giungere rapidamente alla conclusione del procedimento in caso di contestazioni.

## 5. CONCLUSIONI

Da tutto quanto esposto ritengo che si possa, e forse addirittura si debba, trarre una conclusione ponendosi una domanda fondamentale: come devono essere applicate le considerazioni svolte? Direi, in sintesi: con la massima prudenza!

Non si deve mai dimenticare che la linea che cerchiamo di ricostruire era solamente, già alla sua origine, una rappresentazione del confine; il quale, nella realtà, rispettava la volontà delle parti e la linea grafica ne era solamente un'approssimazione. Motivo per cui è assolutamente ovvio che ogni eventuale segno tangibile di quella volontà che appaia invariato debba prevalere sulla ricostruzione di una linea catastale, anche se questa dovesse poter essere eseguita “perfettamente”. Quindi ritengo opportuno ribadire la netta distinzione, sostenuta da Carlo Cinelli, fra questa operazione squisitamente tecnica e la riconfinazione o anche soltanto l'azione di regolamento di confini.

È comunque evidente che l'idea stessa di ricostruzione “perfetta” di una linea catastale è improponibile, e perciò nessuna spiegazione deve essere fatta propria senza condividerne premesse, procedimento e conclusioni perché l'attività di riconfinazione coinvolge il Tecnico in tutta la propria professionalità e questo non gli consente di trincerarsi dietro a “lo aveva detto Tani”. Figuriamoci, dunque, che figura ci farebbe se sostenesse di aver scelto un metodo perché lo ha detto Leonardo o peggio ancora (ed è tutto dire) perché “il programma” (quasi un novello idolo) gli ha dato un certo risultato!