



Udine, 19-21 aprile 2011

Cartografia catastale numerica: contenuti, formati e sistemi di riferimento

*(era: La georeferenziazione della carta catastale:
dalle cure palliative all'accanimento terapeutico)*

Alberto Beinat



Sommario

- **Scopi, origini e contenuti della Carta Catastale**
- **I formati numerici**
- **I sistemi di riferimento**
- **La conservazione: i problemi di deformazione e di aggiornamento**
- **La georeferenziazione della carta catastale nei GIS**
- **Le iniziative della Regione FVG per i SIT degli Enti Locali**

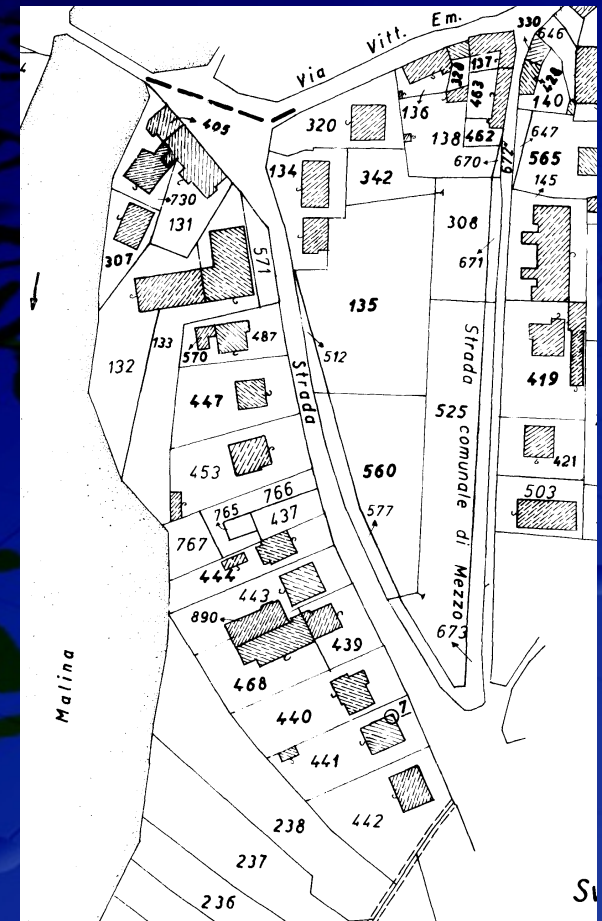
Scopi, origini e contenuti della carta catastale

La Carta Catastale ha lo scopo di rappresentare la **collocazione geografica ed i limiti della proprietà fondiaria** e immobiliare, per finalità fiscali e perequative.

Le entità raffigurate sulla carta catastale sono quindi:

- Le **particelle**, ovvero le porzioni continue di terreno, ubicate nello stesso comune, appartenenti ad un'unica ditta, di caratteristiche colturali e reddituali omogenee;
- I perimetri esterni degli **edifici** (rilevati a 1.5 m da terra) ;
- Le aree occupate dalle **strade** e dalle **acque** pubbliche;
- La toponomastica e la simbologia;
- Gli elementi trigonometrici catastali.

*n.b. Le particelle sono spesso entità **IMMATERIALI** dato che i loro confini non sempre coincidono con elementi fisici riscontrabili sul terreno.*



Scopi, origini e contenuti della carta catastale

La **FORMAZIONE** della Carta del Catasto attuale inizia nel **1886** (Legge Messedaglia) in sostituzione dei catasti pre-unitari (*es. Napoleonico, Censo Milanese, Lombardo-Veneto, G.D. di Toscana, Stato Pontificio, D. di Parma e Piacenza, già di tipo particellare, e di altri*).

L'**ATTIVAZIONE**, ossia l'entrata in vigore, è avvenuta per gradi.

Nel **1956** (NCT) e 1961 (NCEU) la carta catastale è stata completata, e da allora è in **CONSERVAZIONE**, per cui è solo aggiornata e verificata.

La realizzazione della carta è avvenuta mediante **misure topografiche sul terreno secondo le migliori tecniche del tempo**. Sul “telaio” costituito dalle reti di I, II e III ordine sono stati inquadrati i rilievi di dettaglio effettuati per poligonazione, con la “tavola pretoriana” o con squadri agrimensori.

I rilievi sono stati trasposti graficamente sulle “mappe d'impianto”.

Nei primi decenni il Catasto ha operato parallelamente all'IGM, impegnato nella realizzazione della rete fondamentale e della carta topografica d'Italia, adottando - per necessità - i risultati preliminari del secondo.

Dalla carta al digitale

La Carta Catastale è stata originariamente raffigurata mediante le “**mappe d'impianto**”, elaborati grafici tracciati con la massima cura su “**cartaforle**”.

Le mappe sono costituiti da fogli delle dimensioni 100 x 70 cm, alla scala tipica 1:2000 (e anche 1:500, 1:1000, 1:4000, 1:1440 e 1:2880). Sono corredate da “quadri di unione” all'1:25000 o 1:10000.

Per preservarle dall'usura, le mappe sono state sostituite nel corso del tempo da delle copie eliografiche, i c.d. “**copioni di visura**”.

Da allora, **gli aggiornamenti sono stati riportati solo su questi ultimi.**

A partire dagli anni '90, l'AdT ha iniziato a convertire in formato numerico i copioni di visura, adottando prima il formato “**raster**”, quindi il formato “**vettoriale**”.

La consistenza dell'archivio cartografico nazionale è di circa **310000** mappe, che raffigurano oltre **80 milioni di particelle**.

Rispetto ad altre cartografie, quella catastale viene modificata continuamente nel tempo per inserirvi gli opportuni aggiornamenti. **E' una cartografia numerica 4D!**

I formati numerici

- 1 - In origine v'era l'**NTF** ... già utilizzato dal catasto inglese (e poi abbandonato)
- 2 - In vista del decentramento del Catasto agli Enti Locali⁽⁰⁾, l'AdT e la SOGEI hanno sviluppato un formato proprietario, denominato **CXF** (Cadastral eXchange Format), le cui specifiche sono pubblicate sul sito dell'AdT⁽¹⁾.

Il CXF contiene tutti gli elementi grafici che compongono la carta catastale, e solo quelli. E' un file di tipo ASCII, codificato secondo uno schema "simil DXF" semplificato. Ad ogni "CXF" è abbinato un file "SUP", omonimo e indissolubile, che contiene i dati di tipo statistico e le superfici delle particelle

- 3 - Con lo sviluppo del sistema WEGIS (Web Enable GIS), è stato definito anche il linguaggio a marcatori **CML** (Cadastral Markup Language)⁽²⁾, strutturato secondo lo schema XML.

Il CML è usato per comporre due file omonimi: il "**CMF**" (Cadastral Markup File) contenente gli oggetti geometrici, ed il "**CMB**" (Cadastral Markup trial Balance) contenente i relativi dati statistici e areali. Sia CXF che CML possono "trasportare" mappe raster (es. TIF@100dpi) e/o vettoriali.

- 4 - Gli EE.LL., tramite WEGIS, possono disporre direttamente anche del formato **DXF**.

0 - Legge Bassanini 59/1997, DL 112/98 e seguenti disposizioni

1 - <http://www.agenziaterritorio.it/sites/territorio/files/servizi/ServiziComuniIstituzioni/FornituraDatiCatastali/specifica%20tecnica%20CXF.rtf>

2 - <http://www.agenziaterritorio.it/sites/territorio/files/servizi/ServiziComuniIstituzioni/FornituraDatiCatastali/specifica%20tecnica%20CML.doc>

Esempi di formati numerici: CXF

Esempio:

MAPPA	BORDO	BORDO	FIDUCIALE	TESTO
L065_0023A0	532	392+	7	Villa
1000.000	12	12	20	18
BORDO	0.000	0.000	2121.138	1.294
L065_0023A0	1947.198	1720.987	-1602.397	1871.445
12	-1457.118	-1491.966	2131.128	-1450.939
0.000	1947.198	1720.987	-1592.387	EOF
1902.227	-1457.118	-1491.966	LINEA	
-1475.727	0	0	5	
1902.227	10	8	3	
-1475.727	1959.392	1718.089	1699.172	
0	-1434.452	-1489.338	-1558.938	
...	1959.378	1718.084	1699.036	
BORDO	-1433.800	-1487.895	-1556.887	
STRADA	1945.296	1712.976	1690.782	
12	-1433.524	-1488.054	-1557.355	
0.000	1943.952	1713.004	SIMBOLO	
1754.136	-1433.498	-1489.428	9	
-1556.731	1941.626	1713.138	1.712	
1754.136	-1453.532	-1496.036	1649.770	
-1556.731	1938.750	1729.104	-1564.815	
0	-1453.771	-1495.755	...	
...	1938.576	...		

Esempi di formati numerici: SUP

Esempio:

D785_000100 19990712

N.FABBRIC 96

N.PARTIC 606

N.STRADE 8

N.ACQUE 3

N.SVIL-ALL 2

FABBRIC 7571

1 1940

10 5303

100 45

107 4998

11 1067

12 2090

124 113

126 1001

129 8886

13 1537

14 2520

143 4513

145 7901

15 2518

157 1686

16 1563

17 1362

171 1338

“ “

“ “

“ “

98 677

99 621

B 190

C 2054

PARTIC 1288686

STRADE 41910

ACQUE 14610

SVIL-ALL 26016

TOTALE 1371222

CONFINE 1371222



Esempi di formati numerici: CMF

File : D458_013100.cmf

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE CADASTRAL_MARKUP_FILE_V1.0 SYSTEM "CMF.dtd">
<CADASTRAL_MARKUP_FILE_V1.0>
<INFOMAPPA fontedati="CATASTO" tipodati="MAPPA"
nome="D458_013100" scala="2000.000"
sistrap="CATASTALE" enteprodcmf="CATASTO" luogo="UFF.CAT."
dataora="16/01/01
15.08.06"></INFOMAPPA>
<RIFERIMENTO_RASTER valenza="CONSOLID"
sistrap="CATASTALE" p1x="9177.503" p1y="-
25867.907" p2x="9160.700" p2y="-25874.732" p3x="8810.099" p3y="-
26512.373" p4x="8811.408"
p4y="-
26529.665">http://finanze/D458_013200.tif</RIFERIMENTO_RASTER>
<BORDO valenza="CONSOLID" esterconf="NO" codbo="149" dim="18"
ang="0.000"
posx="8434.313" posy="-25765.499" pintx="8434.313" piny="-
25765.499">
<GBORDO n.isole="1" n.vert="14">
<VERTISOLA>5</VERTISOLA><COORD>8444.072,-25727.321
8422.580,-25770.881 8421.268,-25775.355 8422.238,-25783.649
8424.859,-25790.200 8427.648,-25794.115 8444.298,-25803.172
8476.317,-25746.087 8444.072,-
25727.321 8465.815,-25745.715 8469.748,-25747.944 8467.473,-
25752.379 8463.542,-25750.353
8465.815,-25745.715</COORD>
</GBORDO>
</BORDO>
```

```
<LINEA valenza="CONSOLID" esterconf="NO" cod="1" n.vert="2">
<COORD>8960.315,-26598.927 8956.377,-26605.997</COORD>
</LINEA>
<LINEA valenza="CONSOLID" esterconf="SI" cod="5" n.vert="2">
<COORD>8960.315,-26598.927 8956.377,-26605.997</COORD>
</LINEA>
<SIMBOLO valenza="CONSOLID" esterconf="NO" ang="1.068"
posx="9176.406" posy="-
26039.470">9</SIMBOLO>
<SIMBOLO valenza="CONSOLID" esterconf="SI" ang="2.068"
posx="10176.406" posy="-
26039.470">10</SIMBOLO>
<TESTO valenza="CONSOLID" esterconf="NO" dim="40" ang="0.000"
posx="10467.758" posy="-
27008.321">Scala di 1:2000</TESTO>
<TESTO valenza="CONSOLID" esterconf="SI" dim="25" ang="0.104"
posx="9503.823" posy="-
26135.591">Firenze</TESTO>
<FIDUCIALE valenza="CONSOLID" esterconf="NO" numif="9"
posx="9725.824" posy="-
26442.571" prapx="9725.064" prapy="-26437.020">20</FIDUCIALE>
<FIDUCIALE valenza="CONSOLID" esterconf="SI" numif="4"
posx="9330.267" posy="-
26681.303" prapx="9334.278" prapy="-26677.293">20</FIDUCIALE>
<LIBRETTO valenza="CONSOLID" esterconf="NO" protocollo="1234567">
<LINEA valenza="CONSOLID" esterconf="NO" cod="5" n.vert="2">
<COORD>10594.183,-26703.041 10581.330,-26730.521</COORD>
</LINEA>
</LIBRETTO>
<EOF/>
</CADASTRAL_MARKUP_FILE_V1.0>
```

Esempi di formati numerici: CMB

File : D458_012500.cmb

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>  
<!DOCTYPE CADASTRAL_MARKUP_FILE_V1.0 SYSTEM  
"CMB.dtd">
```

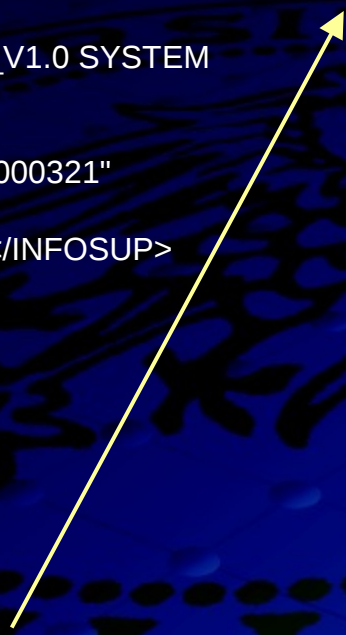
```
<CADASTRAL_MARKUP_FILE_V1.0>
```

```
<INFOSUP nome="D458_012500" data="20000321"  
n.fabbric="149" n.partic="164" n.strade="3"  
n.acque="0" n.svi-all="2" afabbric="66169"></INFOSUP>
```

```
<PARTIC area="16359">1</PARTIC>  
<PARTIC area="1072">1004</PARTIC>  
<PARTIC area="15946">1009</PARTIC>  
<PARTIC area="228">1010</PARTIC>  
<PARTIC area="850">1011</PARTIC>  
<PARTIC area="3373">1012</PARTIC>  
<PARTIC area="845">1015</PARTIC>  
<PARTIC area="274">1016</PARTIC>  
<PARTIC area="216">1017</PARTIC>  
<PARTIC area="1340">1018</PARTIC>
```

...

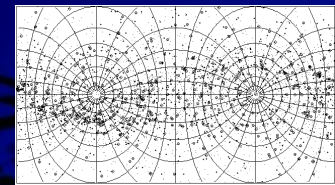
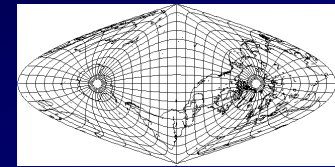
```
<PARTIC area="3384">1021</PARTIC>  
<PARTIC area="1113">1022</PARTIC>  
<PARTIC area="1130">1023</PARTIC>  
<PARTIC area="1113">1024</PARTIC>  
<PARTIC area="692">X2</PARTIC>  
<PARTIC area="182">X3</PARTIC>  
<PARTIC area="114">X4</PARTIC>  
<PARTIC area="50">X5</PARTIC>  
<PARTIC area="148">X6</PARTIC>  
<INFOAREE apartic="584066" astrade="149244"  
aacque="0" asvi-all="384206" atotale="1117516"  
aconfine="1117516" asbilancio="0"></INFOAREE>  
</CADASTRAL_MARKUP_FILE_V1.0>
```



Sistemi di Riferimento Catastali: in teoria

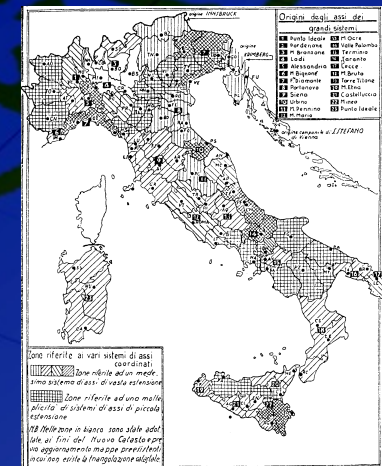
I sistemi usati per la produzione della carta catastale sono:

- Proiezione equivalente di “**Sanson-Flamsteed**”, o “Sinusoidale”, o “Equivalente di Mercatore” (*Modena, Reggio Emilia, Massa Carrara [ante 1886]*)
- Proiezione conforme di “**Gauss-Boaga**” su Ell. **Hayford** (*Como, Varese, Milano, Bologna, Bergamo, Ancona, Foggia, Lecce, Catanzaro, Sassari [post 1940]*)
- Proiezione equivalente di “**Cassini-Soldner**” su Ell. **Bessel** (*per >> del territorio nazionale*)



La proiezione di Cassini-Soldner ...

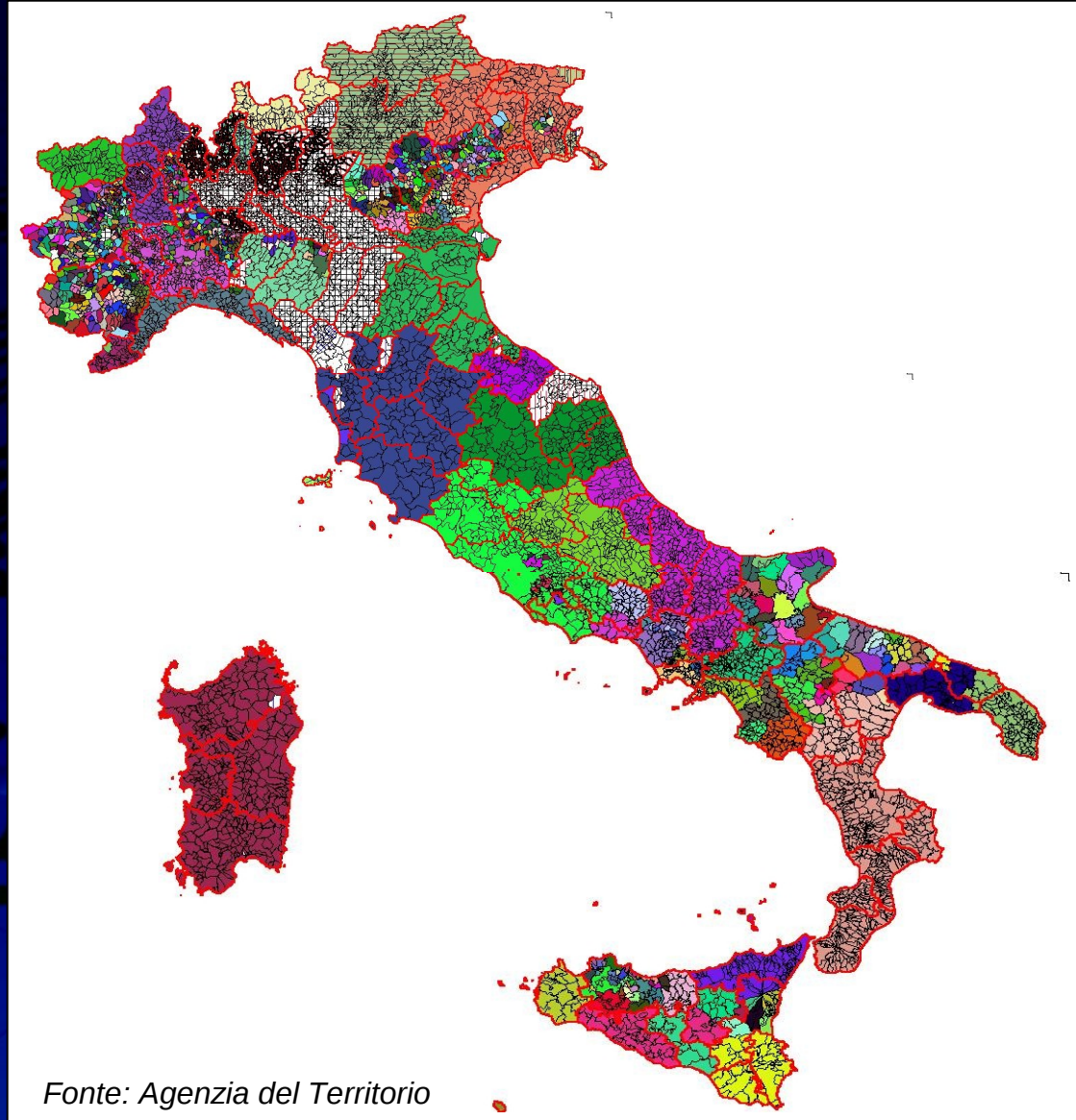
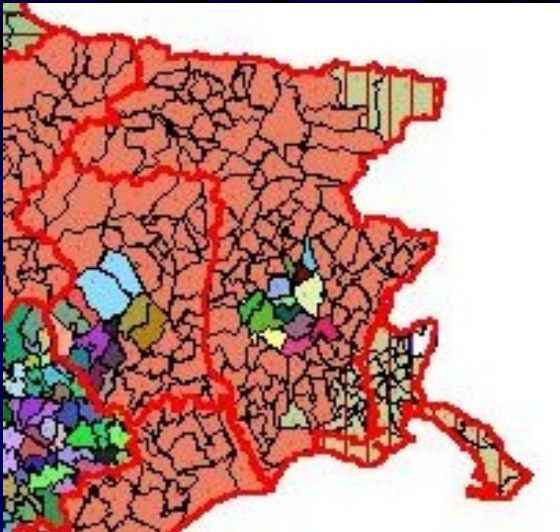
- rappresenta l'estensione all'ellissoide, dovuta a J. von Soldner, della proiezione cilindrica trasversa di C. F. Cassini per la sfera;
- ha una formulazione abbastanza semplice (X_p è la componente della distanza di P da O misurata lungo il meridiano fondamentale per O; Y_p è la componente della distanza di P da O misurata perpendicolarmente al meridiano per O);
- la deformazione areale, inizialmente trascurabile, tende a crescere rapidamente (per $y \leq 100$ km $\Rightarrow 1$ m²/ha)
- ➔ territorio va diviso in aree di estensione ridotta ($-70 < y < 70$ km: $-100 < x < 100$ km)
- ➔ carta è policentrica con diversi meridiani e diverse origini locali (e orientamenti)



Sistemi di Riferimento Catastali: in pratica

Quanto “policentrica”? L’AdT ha censito:

- **31 grandi** sistemi, su 4700 comuni, con 187000 mappe;
- **817 piccoli** sistemi, su 2700 comuni, con 102000 mappe;
- **nessun** sistema, su 700 comuni e 13000 mappe



Sistemi di Riferimento Catastali: in pratica

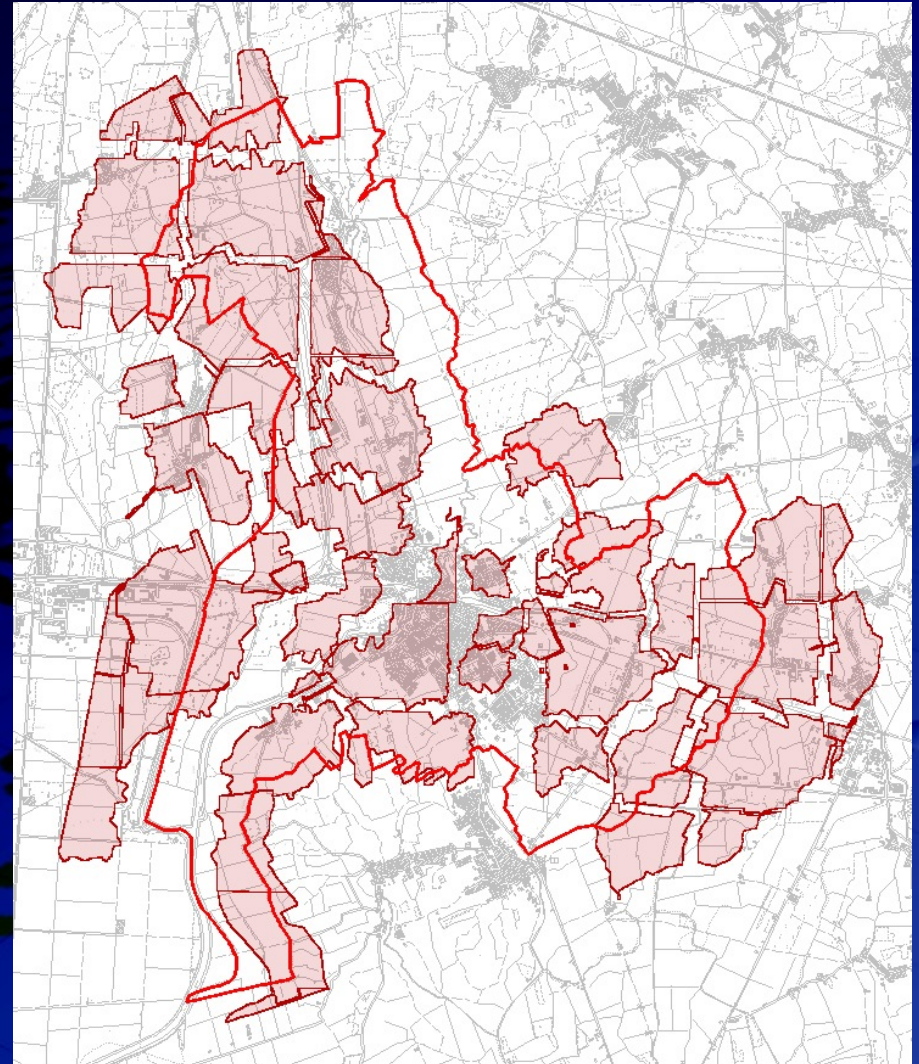
La situazione delle carte numeriche, dopo la digitalizzazione, è anche più complessa.

Es. a dx: pur ricadendo nel grande sistema con origine Krimberg (Slo), ogni mappa del comune ha un suo SR.

Si aggiunge uno “scollamento” tra la rappresentazione Cassini-Solner teorica e quella effettiva.

Ad es. le coordinate dei vertici trigonometrici lette sulla carta numerica possono essere diverse da quelle di derivazione analitica indicate nelle rispettive monografie.

In aggiunta possono intervenire altri fattori distorsivi ...



Sistemi di Riferimento Catastali: in pratica

Georeferenziazione
assente o inaccurata +

Imprecisioni native delle
mappe, visibili
particolarmente ai bordi +

Deformazioni degli
originali cartacei usati per
la scansione +

Aggiornamenti imprecisi
durante la conservazione =

SR catastale
disomogeneo e di difficile
modellazione analitica

➔ Grossissime difficoltà di
gestione per i software GIS



La georeferenziazione delle Carte Catastali

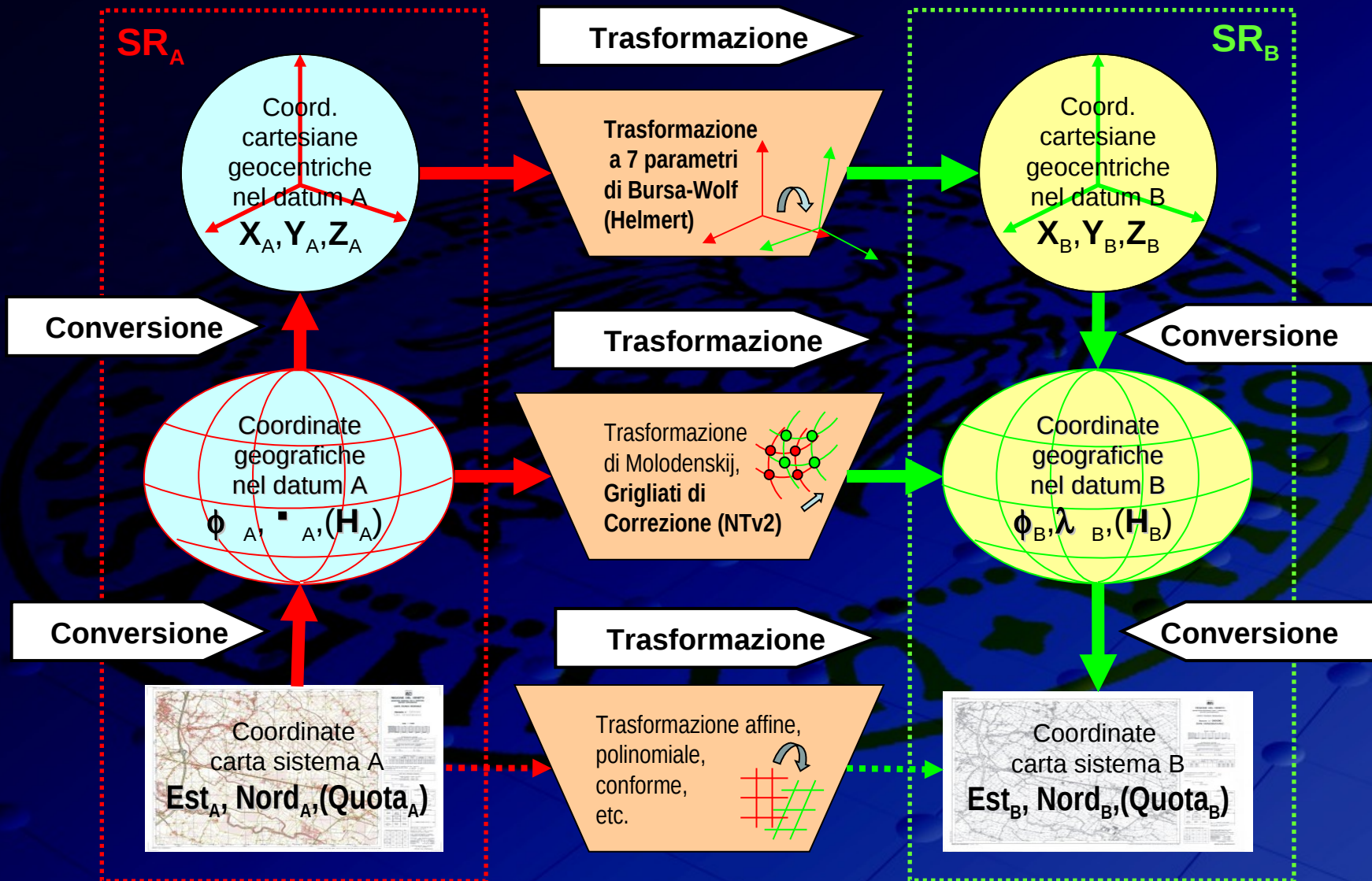
Dalle cure palliative all'accanimento terapeutico ...

Per quanto visto, la definizione di una trasformazione rigorosa tra SR catastali e datum di lavoro, teoricamente possibile, è impedita spesso dalla **frammentazione e dalla deformazione del datum catastale**.

Vi sono varie strategie, più convenienti per i “grandi sistemi”:

- Conversione-Trasformazione mediante il modello di Bursa-Wolf (è rigoroso, ed è presente in molti sw GIS; richiede i 7 parametri locali);
- Trasformazione con “grigliati” (consente di modellare le distorsioni maggiori; richiede una carta accuratamente ricomposta);
- Trasformazioni polinomiali (idem c.s.; richiede i relativi parametri);
- Riproiezione senza trasformazione di datum e successiva rototraslazione sul piano della rappresentazione (utile per piccole estensioni; non valida per grandi superfici);
- Etc.

Schema per la trasformazione di coordinate $SR_A \Rightarrow SR_B$

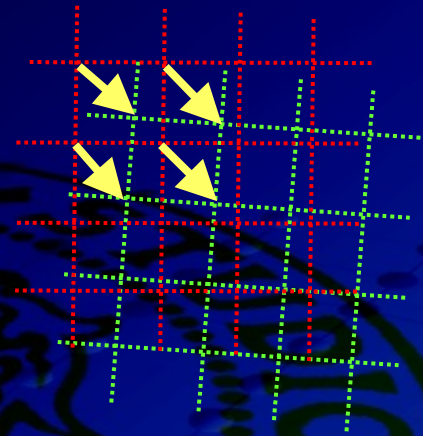


n.b. le quote seguono un altro percorso!

I grigliati NTV2

La trasformazione a 7 parametri è una trasformazione conforme.

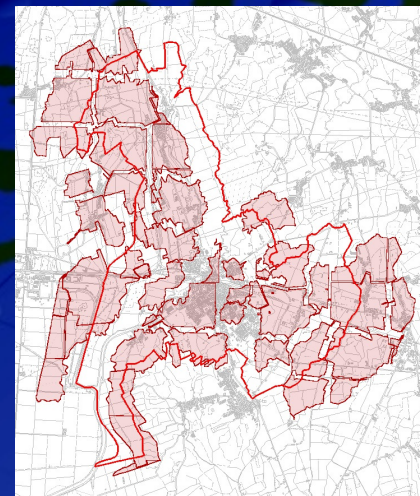
Per meglio modellare le **distorsioni** tra un SR e un altro si ricorre all'adozione di una trasformazione variabile punto a punto. La trasformazione tra SR_a e SR_b è espressa come correzioni Δlat_{ab} e Δlong_{ab} sui nodi di una griglia. Le correzioni di un punto intermedio sono interpolate bilinearmente rispetto a quelle dei 4 nodi della maglia che contiene il punto.



Questa tecnica è stata adottata anche dall'IGM in sostituzione dei 7 parametri (grigliati .gr1, .gr2 e .grk del programma Verto).

⇒ Le strategie elencate:

- sono efficaci per effettuare la trasformazione dal datum catastale “teorico” a quello locale;
- ma sono inapplicabili per risolvere tutte le discrepanze locali presenti nelle mappe numeriche “reali”.



La georeferenziazione delle Carte Catastali

Dalle cure palliative all'accanimento terapeutico ...

Ulteriori vincoli:

- La carta catastale è di **proprietà esclusiva** dell'AdT: le modifiche possono essere recepite ed introdotte solo attraverso l'AdT;
- Gli aggiornamenti sono **continui** e possono avvenire su qualsiasi mappa in qualsiasi giorno;

Conseguenze:

- L'utente deve **ripetere le operazione** di georeferenziazione e di adattamento **ad ogni prelievo** di nuove versioni dal sito dell'AdT.
- Se gli approcci non sono univoci e coordinati **restano** ed anzi si amplificano **le discrepanze** ai margini delle aree cartografiche trattate con metodi diversi.

Le iniziative della Regione FVG

Gruppo di lavoro:

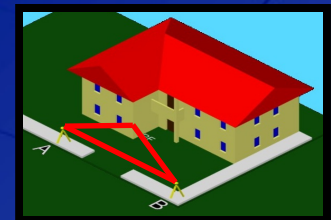
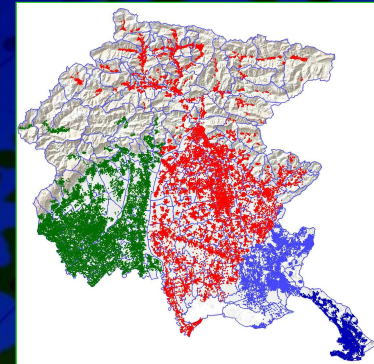
Ufficio Cartografico Regione FVG (ex!) + Insiel + AdT FVG + Università di Udine

Obiettivo:

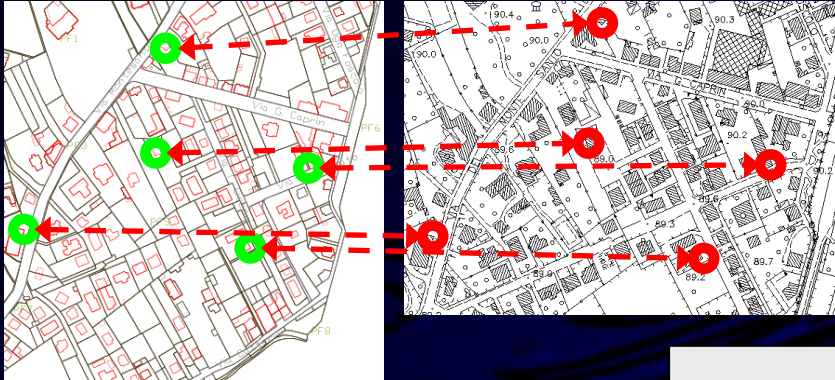
Unificare il sistema di riferimento catastale e ricreare una **rappresentazione** cartografica catastale **continua** e **aggiornata** di tutto il territorio regionale FVG, **contenendo le distorsioni** entro le tolleranze ammesse.

Consistenza del lavoro svolto:

- Vettorializzazione di **2853** fogli di mappa (30% dell'esistente);
- Introduzione in mappa di **30000** aggiornamenti pregressi;
- Determinazione topografica sul terreno di 6409 vertici GPS
 - ⇒ Determinazione topografica di **3538** Punti Fiduciali
 - ⇒ Stabilizzazione delle coordinate di ulteriori **28000** PF
- **Georeferenziazione GB/40 (UTM/ETRS89) di 9639 fogli**



Le iniziative della Regione FVG



La georeferenziazione

A – Definizione manuale dei punti di corrispondenza tra CC e CTRN FVG (403408 pt)

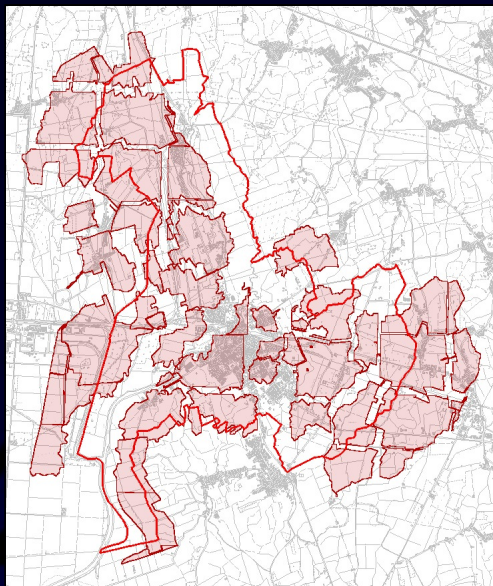
B – Definizione automatica dei punti di legame tra foglio e foglio (359033 pt)



$$\begin{bmatrix} x & y & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x & y & 0 & 1 \end{bmatrix}_{k,i} [a \ b \ c \ d \ E_0 \ N_0]_i^T - \begin{bmatrix} E \\ N \end{bmatrix}_{k,i} = \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix}_{k,i}$$

C – “Bundle adjustment” del blocco \Rightarrow 6 parametri della T. affine di ogni foglio

Le iniziative della Regione FVG



XML Notepad - C:\Documents and Settings\Beinat\Document...

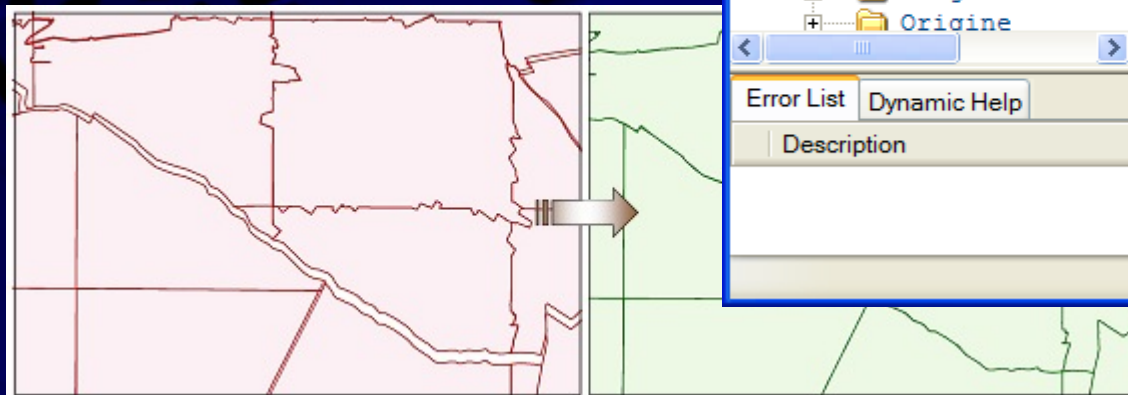
File Edit View Insert Window Help

Udine 2011\B788.xml

Tree View XSL Output

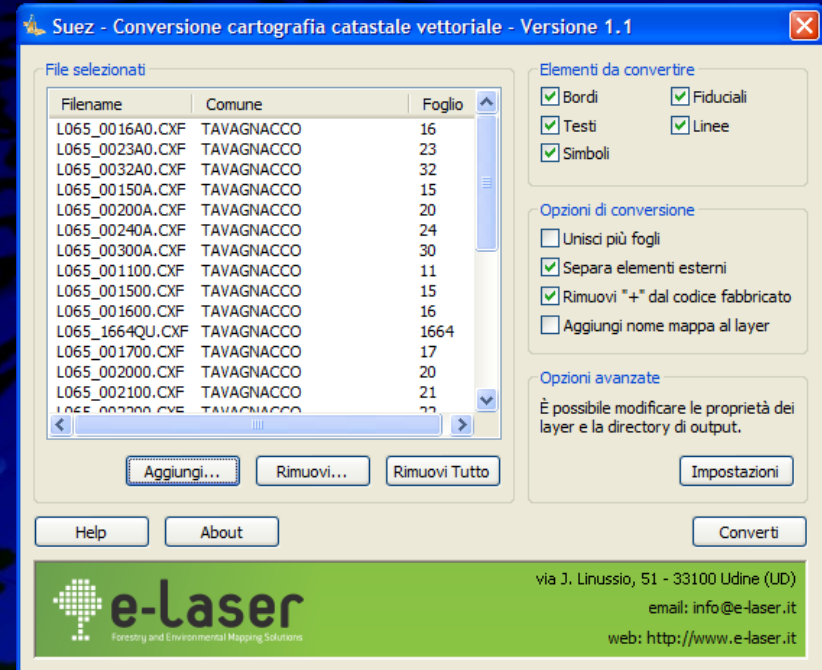
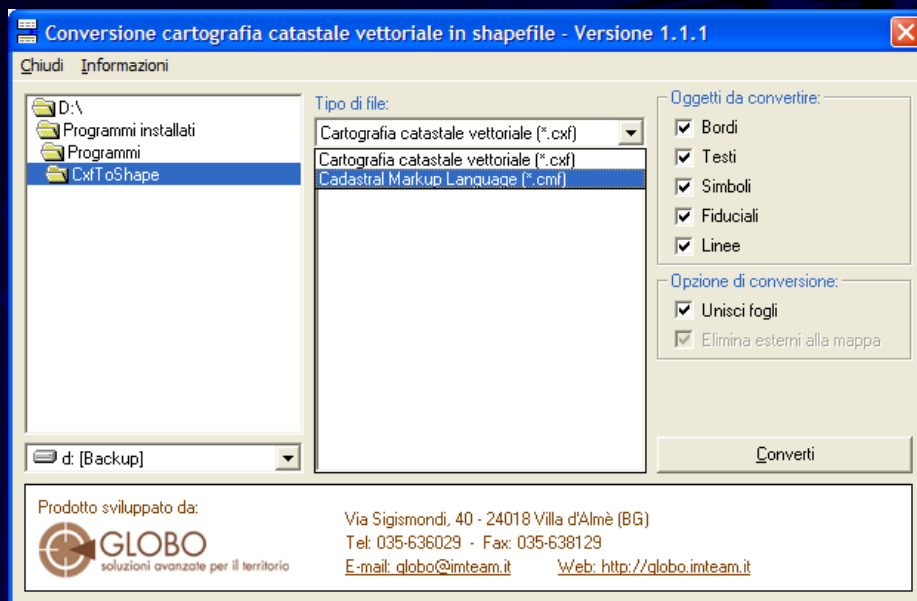
- xml
 - DatiOriginiCatasta
 - xmlns:codice
 - urn:samples
 - B788_000100
 - 2338573.851574310
 - 5091487.773536030
 - 1.002791809
 - 0.998253158
 - 0.003040318
 - 0.999687842
 - 0.024984362

Description	File	Line	Column
-------------	------	------	--------



Carta catastale e gvSIG

gvSIG **non** supporta il formato vettoriale nativo **CXF** e **CML** ⇒ l'importazione deve avvenire via **DXF** o **SHP** previa conversione di formato mediante sw terzi



Conversione da **CXF**, **CML** ⇒ **SHP**

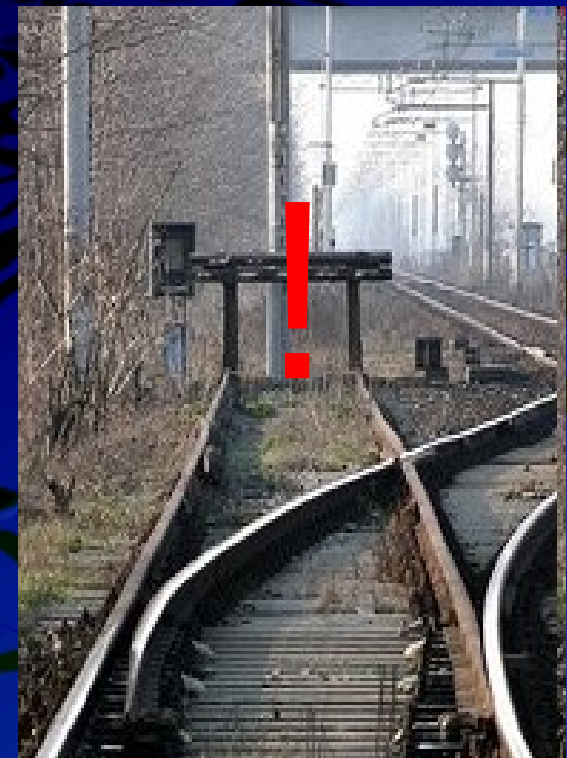
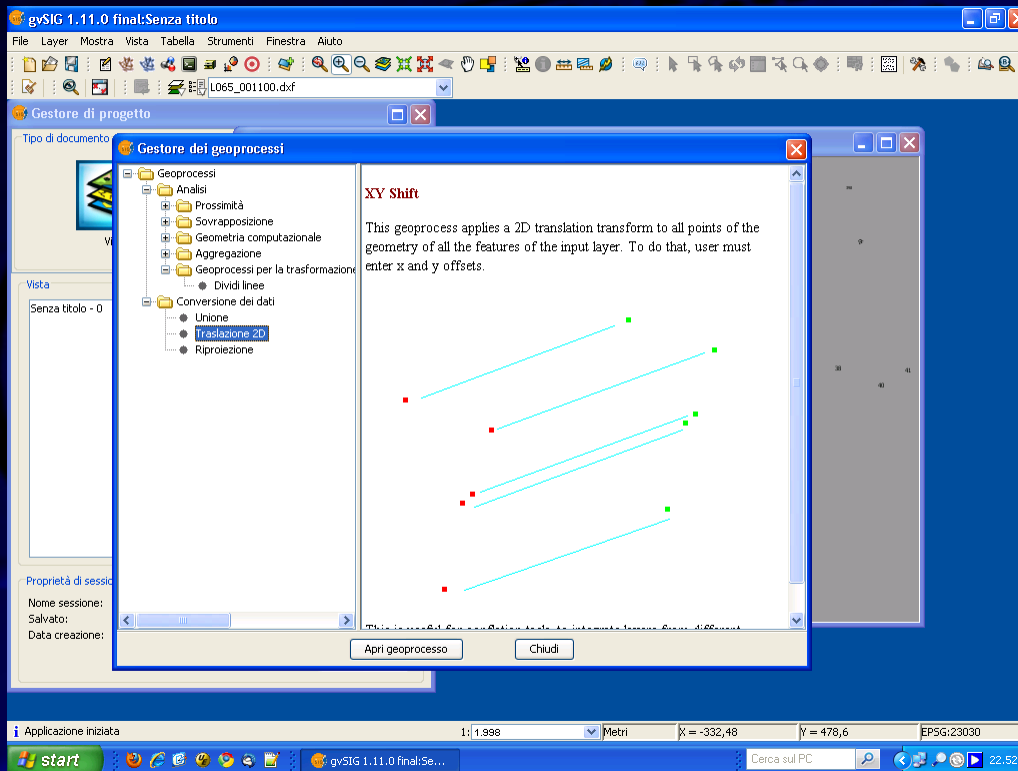
Programma "CxfToShape" da
www.globogis.it/

Conversione da **CXF** ⇒ **DXF**

Programma "Suez" da www.e-laser.it

Carta catastale e gvSIG

gvSIG **non** prevede trasformazioni sul piano cartografico diverse dalla semplice TRASLAZIONE. Una trasformazione affine **non è possibile** con i formati cartografici vettoriali.



Proposte

Sarebbe utile che gvSIG ...

... eseguisse (ulteriori) **semplici trasformazioni sul piano della rappresentazione - rigide, conformi e affini** - mantenendone traccia in modo da permettere un veloce ripristino;

... consentisse all'utente di determinare in modo rigoroso (minimi quadrati ...) i relativi parametri di trasformazione mediante **la definizione di una serie di punti corrispondenti** individuati tra il SR origine e il SR destinazione;

Grazie per l'attenzione