



# Supportare il formato TIN in postgis - gvSIG

Roberto Angeletti  
Simonetta Pieri



Con la diffusione dei rilievi laser, i dati territoriali contengono un maggiore numero di informazioni.

I dati sono sempre più pesanti e di difficile gestione





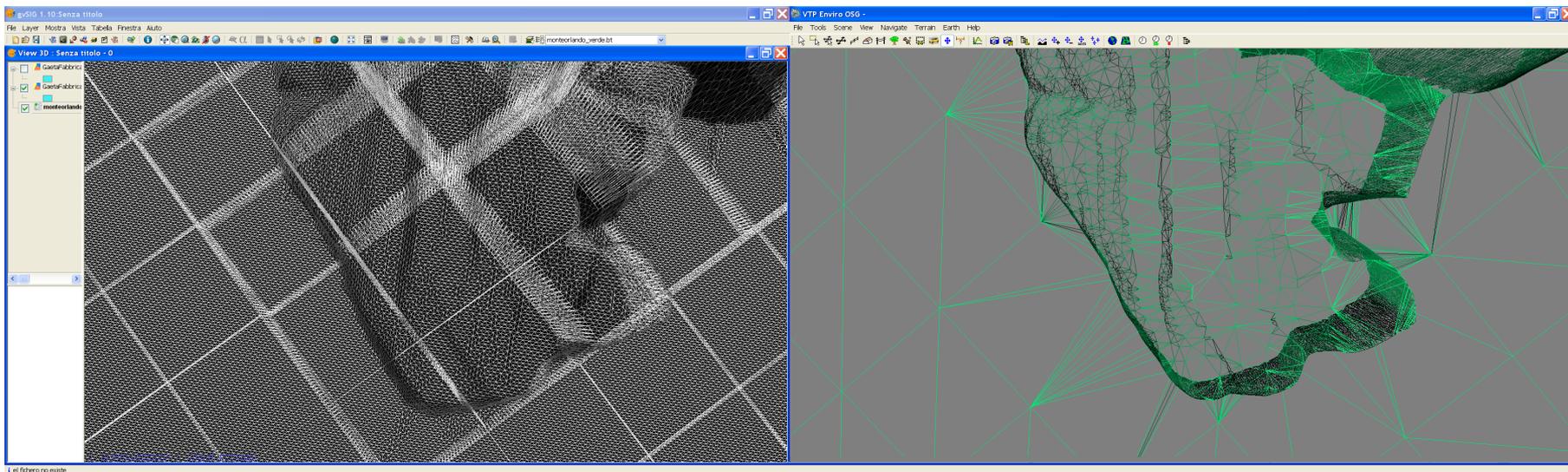
I tradizionali metodi di descrizione, come il tiff o i grid, possono rappresentare delle superfici a bassa risoluzione.

Ma quando si trovano breakline come coste, crepacci e di edifici la scala al metro non rappresenta correttamente la realtà.



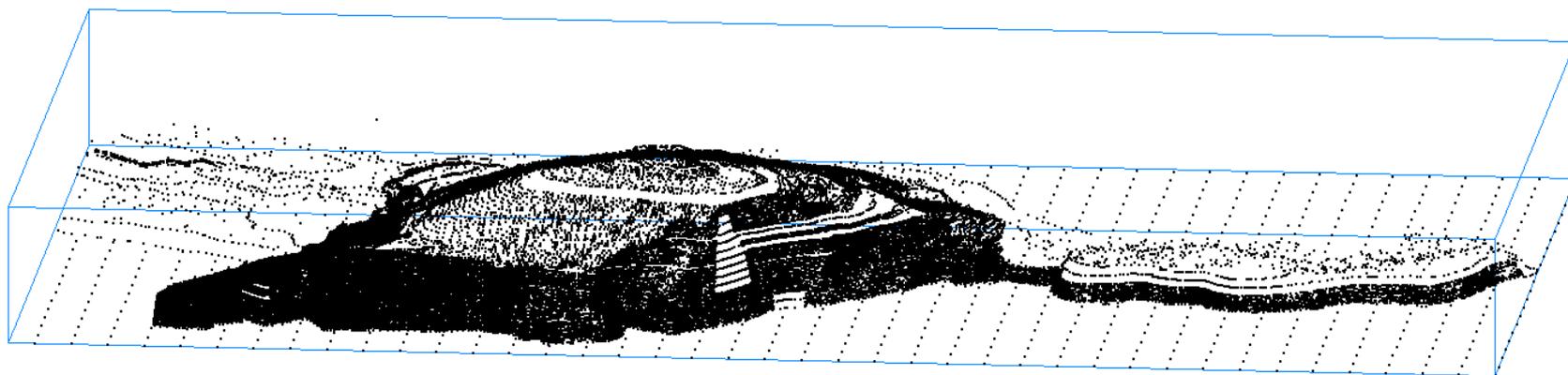
Rappresentazione tramite grid

Rappresentazione tramite TIN



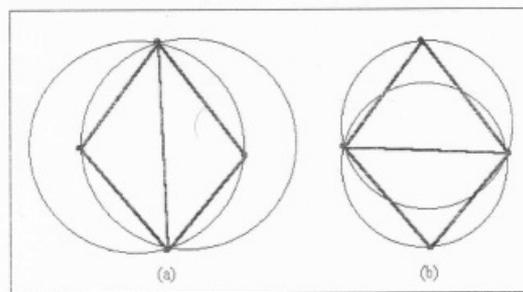


Per rispondere a queste esigenze è stato creato il TIN (Triangular irregular network) rete irregolare di punti, detti mass points, dotati di coordinate  $x$  e  $y$  come coordinate planimetriche





Il metodo di Delaunay, consente di definire i vertici dei triangoli, tali che il cerchio che circoscrive ciascun triangolo non contiene altri elementi.



*Fig. 3 - Il criterio di Delaunay per la triangolazione: nel fig. 3.a il criterio non è rispettato, nella fig. 3.b lo stesso criterio è rispettato*



Il TIN risulta costituito da nodi, lati, triangoli, relazioni topologiche. I nodi sono originati dai punti che compongono la banca dati iniziale, i lati sono determinati dalla triangolazione; i triangoli esprimono l'approssimazione della superficie reale con un modello matematico; le relazioni topologiche definiscono i nodi e i lati di ciascun triangolo e l'adiacenza dello stesso ad altri.



La mesh triangolare rappresenta una modellazione 2.5D.

I volumi e le profondità sono registrati come una serie di superfici bidimensionali nelle quali l'altezza viene considerata un attributo.



Per memorizzare un TIN esistono sostanzialmente due formati vettoriali:

- a) *per triangoli*: la riga contiene un numero di riferimento per il triangolo, le coordinate  $(x, y, z)$  dei tre vertici, i numeri di riferimento dei tre triangoli confinanti.
- b) *per punti*: per ciascun vertice un numero identificativo, le coordinate  $(x, y, z)$  e i riferimenti ai vertici confinanti ordinati ad es. in senso orario.

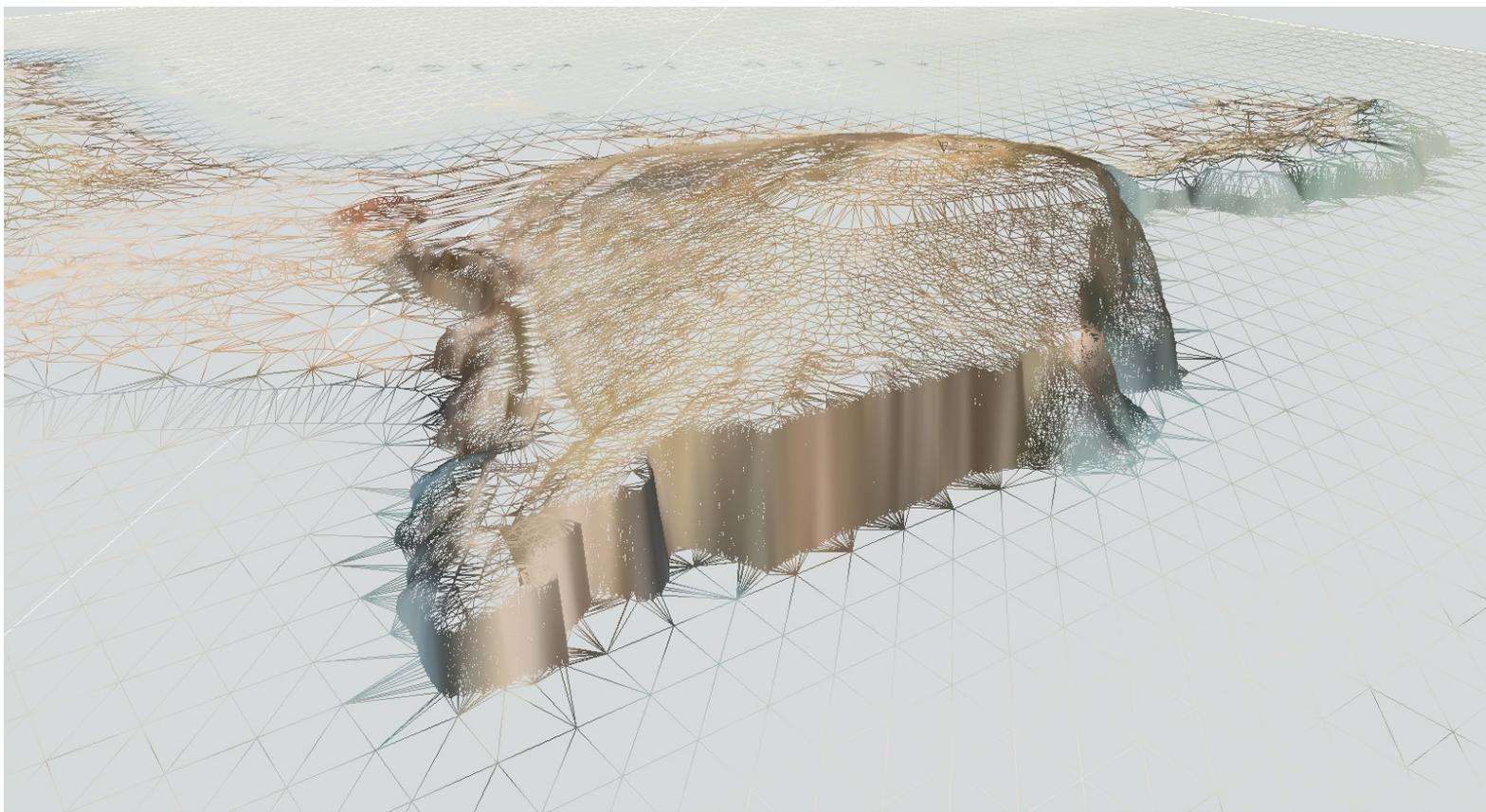


Entrambe i metodi trovano valido impiego. In un'analisi delle pendenze è più efficiente il primo metodo, mentre l'estrazione delle curve di livello funziona meglio con il secondo. Il secondo metodo richiede meno spazio per la memorizzazione.

Ma la modellazione a triangoli invece della modellazione a maglie quadrate è certamente migliore.



Il modello TIN consente di rappresentare la superficie vera con meno punti rispetto al modello GRID. Infatti la densità dei punti può essere adattata al livello di complessità locale della superficie: più punti per i terreni accidentati, meno punti per i terreni con pendenze che variano dolcemente. Il formato GRID, invece tende a semplificare troppo le superfici montuose e a rappresentare con elevato numero di punti quelle pianeggianti





CARATTERISTICA	TIN	DEM
Fonte di acquisizione del dato	Da altri livelli vettoriali, cartografia, file ASCII, GPS, o da utente (digitizer, mouse, tastiera) o da altra TIN o estratto da DEM	Da satellite, aerofotogrammetria, raramente da cartografia
Modalità di inserimento dei punti quotati	Qualunque, possibilmente scegliendo una strategia ottimale (zone eterogenee richiedono più punti di zone omogenee)	A passo regolare (un punto per ogni cella, si possono comunque avere celle in cui il dato è assente)
Possibilità di inserire punti precisi (capisaldi, picchi...)	SI	NO (a meno che il picco non coincida col punto centrale della cella)
Rappresentazione di entità geografiche lineari (fiumi, strade...)	SI	NO (a meno di aumentare a dismisura la risoluzione della griglia)
Possibilità di inserire linee di rottura della continuità e della omogeneità della superficie	SI	NO
Possibilità di inserire zone in cui va esclusa l'interpolazione	SI (con poligoni di esclusione)	SI (utilizzando celle senza il valore di z)
Possibilità di inserire punti senza quota	NO	SI (utilizzando celle senza il valore di z)
Costo per l'aumento della accuratezza (risoluzione)	BASSA Si possono aggiungere altri elementi anche successivamente (possibilità di monitoraggio)	ALTO Bisogna cambiare la risoluzione della griglia
Numero di punti per rappresentare l'andamento della superficie	In generale più basso che per il DEM, dipende dalla omogeneità della superficie	In generale alto, specie se la superficie è omogenea, ad esempio per una pianura
Occupazione di memoria	BASSA	ALTA
Costi computazionali per le analisi tridimensionali	ALTI Per l'analisi in genere la TIN viene convertita, via software, in DEM	BASSI
Possibilità di visualizzazioni tridimensionali	SI	SI
Definizione dei confini delle entità geografiche	ALTA	BASSA

Tabella sulle peculiarità dei dati TIN e DEM e dei vantaggi-svantaggi

Fonte GEO Media



Formati di rappresentazione del TIN più conosciuti sono Gms, VRML, POV(pov-ray per raytracing) , VTK (paraview format), PLY (polygonal file format), XYZ, OBJ, DAE (collada), ITF (virtual terrain tin format) . Ad esclusione del .XYZ, ognuno di questi file è composto da due parti :

- descrizione delle coordinate di tutti i vertici
- grafo dei triangoli



```

TIN
BEGT
ID 1
TNAM asda
VERT 72922
289113.5900 4645165.3600 74.0000
289117.5900 4645165.3600 74.0000
289117.0100 4645163.9500 74.0000
289114.1800 4645166.7800 74.0000
289115.5900 4645163.3600 74.0000
289115.5900 4645167.3600 74.0000
289117.0100 4645166.7800 74.0000
289114.1900 4645163.9400 74.0000
289110.8400 4645165.4400 74.0000
289113.6500 4645165.4400 74.0000

```

Descrizione delle coordinate dei vertici

```

TRI 145028
72904 16001 16000
15998 72901 72902
16029 72768 72767
16026 72726 72727
72917 16011 72916
72887 72765 72724
58383 58382 12146
57021 12138 12139
57029 57494 57493
58844 45745 45746
12140 58375 12139
57021 12137 12138
12147 58385 58384
57964 12612 12611
57964 57488 57489

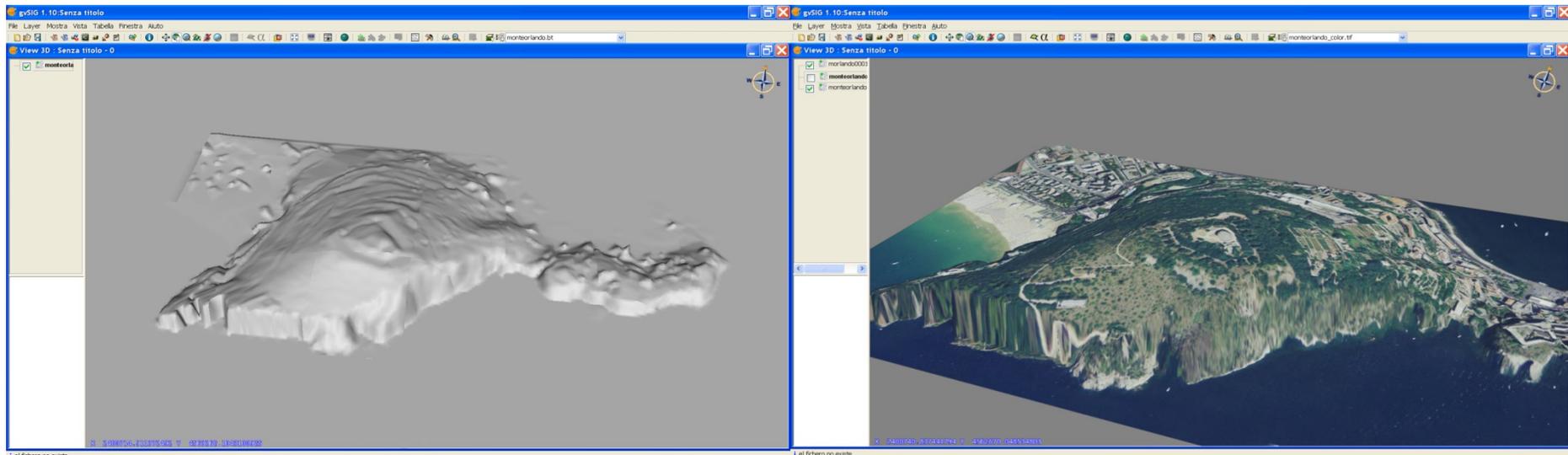
```

Grafo dei vertici

L'insieme di queste due parti permette di rappresentare il territorio in tutte le sue possibili configurazioni con risultati sorprendentemente aderenti alla realtà



# Area di studio





La zona scelta per testare il database è la zona di Gaeta in quanto il dato, di pubblico dominio, è reperibile in Internet sul sito <http://opendem.info>. Il file viene fornito in formato csv nel sistema di riferimento transverse Mercator datum Monte Mario ellissoide 1924 meglio conosciuto come Gauss Boaga Italy zone 2.



Per ritagliare il DTM è stato utilizzato *Virtual Terrain Project* , software libero scaricabile dal sito <http://www.vterrain.org/> . Questo software , è forse poco conosciuto, ma con potenti funzionalità e tool di facile utilizzo per il trattamento dei dati in 3d. Con VTP viene anche rilasciato un potente visualizzatore, VtpEnviro, basato come Gvsig su OpenSceneGraph



VTBuilder

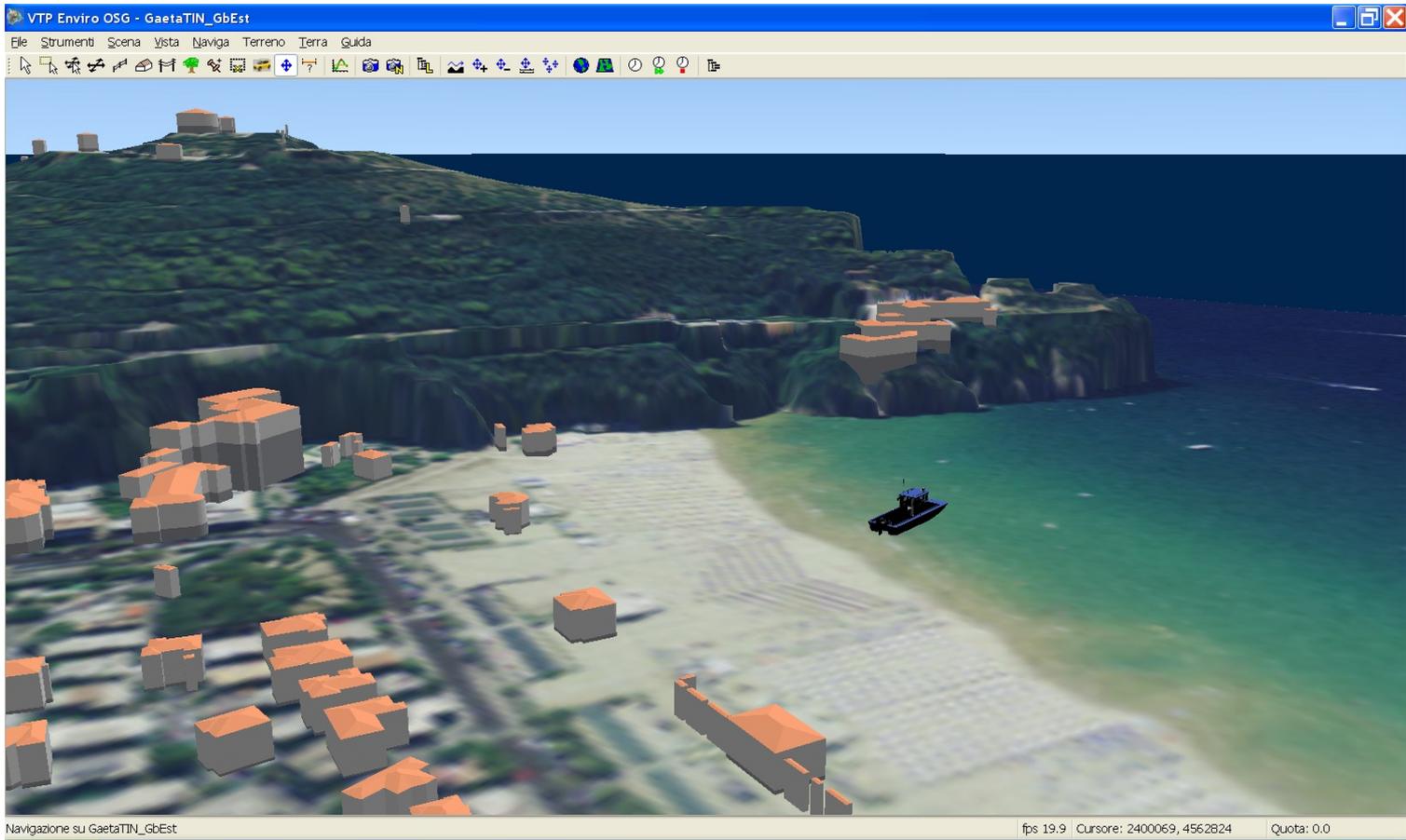
Project Edit Layer View Roads Utilities Elevation Imagery Vegetation Structures Raw Area Tool Help

Layers

- Elevation
  - Untitled
  - monteorlando.tif
- Images
- Structures
- Roads
- Vegetation
- Water
- Utilities
- Raw

The main window of the VTBuilder software displays a 3D terrain model. The terrain is rendered in a green color, and a purple wireframe mesh is overlaid on it, showing the underlying triangular mesh structure. The terrain is set against a blue background, which likely represents water. The interface includes a menu bar at the top with options like Project, Edit, Layer, View, Roads, Utilities, Elevation, Imagery, Vegetation, Structures, Raw, Area Tool, and Help. A toolbar with various icons is located below the menu bar. On the left side, there is a 'Layers' panel with a tree view showing the current project structure. At the bottom of the window, there is a status bar with the following information: TM, Monte Mar, 1 Pixel = 0.66 Meters, Mouse: 2400885.3, 4562830.2, 127.27 m.

TM Monte Mar 1 Pixel = 0.66 Meters Mouse: 2400885.3, 4562830.2 127.27 m





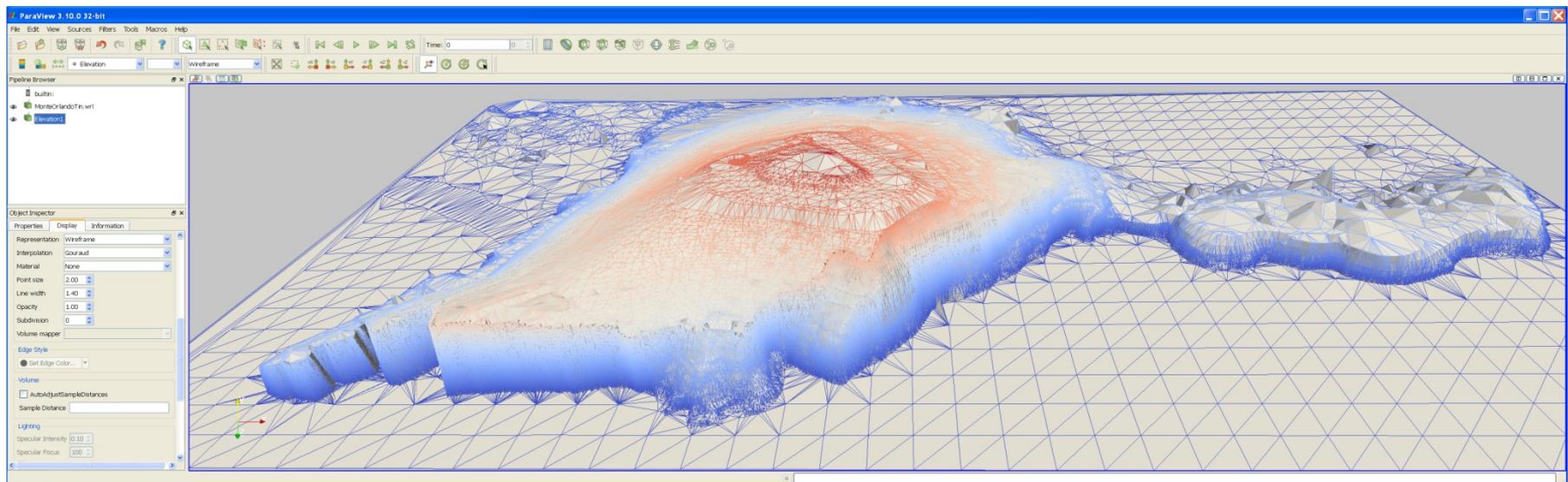
Il file .csv scaricato dal sito <http://opendem.info> è stato aperto con un editor (es pspad) il per togliere la riga di intestazione, sostituire il carattere virgola con il carattere spazio e rinominare il file con estensione xyz.

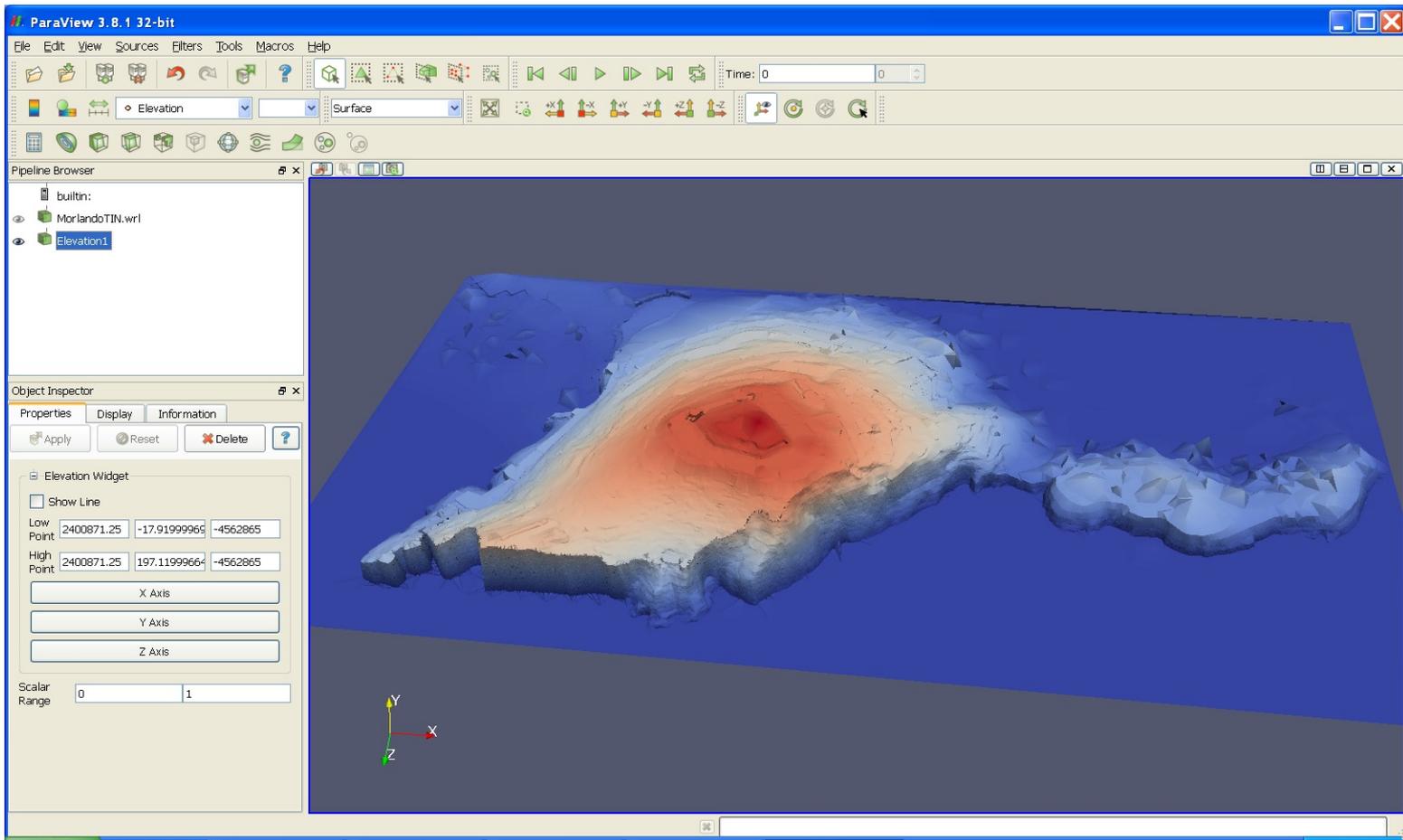


Per ritagliare la zona di studio, è stato utilizzato VTBuilder . Dal menu Layer, selezionare il menu Import Point Data from Table per importare il DTM. Tramite il menu Raw utilizzare il menu Generate Tin (Metodo Delaunay) per generare un tin. Infine tramite il sottomenu Merge & Resample Elevation del menu Raw è stato estrapolato la zona di studio. La zona di studio è stata infine esportata in formato GMS



La zona di studio è stata esportata anche in formato VRLM. Il file ottenuto è stato visualizzato con Paraview, software scaricabile dal sito <http://www.paraview.org/>







E' stata quindi scritta una utility che trasforma il GMS in insert sql per importare il Tin in Postgis.

```
For $iii = 1 To $aRecords[0]
  $stringa = $aRecords[$iii]
  $chl = StringInStr($stringa, "VERT")
  If ($chl > 0) Then
    $array = StringSplit($stringa, " ", 2)
    If ($array[0] > 0) Then
      $numvert = $array[$array[0]]
      $inicoords = $iii
      $iii = $iii + $numvert
      $finecoords = $inicoords
      $iii = $iii + 1
      $stringa = $aRecords[$iii]
    EndIf
  EndIf
  $chl = StringInStr($stringa, "TRI")
  If ($chl > 0) Then
    $array = StringSplit($stringa, " ", 2)
    If ($array[0] > 0) Then
      $numtri = $array[$array[0]]
      $inetri = $iii + 1
      $finetri = $inetri + $numtri
      $stringaU = "INSERT INTO test3d(the_geom) VALUES ('SRID=3004;TIN("
      FileWrite($fileUcsv, $stringaU & @CRLF)
      For $jjj = $inetri To $finetri-1
        $stringa = $aRecords[$jjj]
        $aaa = StringMid($stringa, 2, 8)
        $bbb = StringMid($stringa, 10, 8)
        $ccc = StringMid($stringa, 19, 8)
        $stringaU = "(" & $aRecords[$aaa + $inicoords] & ", " ; Punto A
        $stringaU = $stringaU & $aRecords[$bbb + $inicoords] & ", " ; Punto B
        $stringaU = $stringaU & $aRecords[$ccc + $inicoords] & ", " ; Punto C
        $stringaU = $stringaU & $aRecords[$aaa + $inicoords] & ")," ; Punto A
      FileWrite($fileUcsv, $stringaU & @CRLF)
    Next
  EndIf
Next
```



Dopo aver caricato il layer in Postgis, proviamo ad interrogarlo:

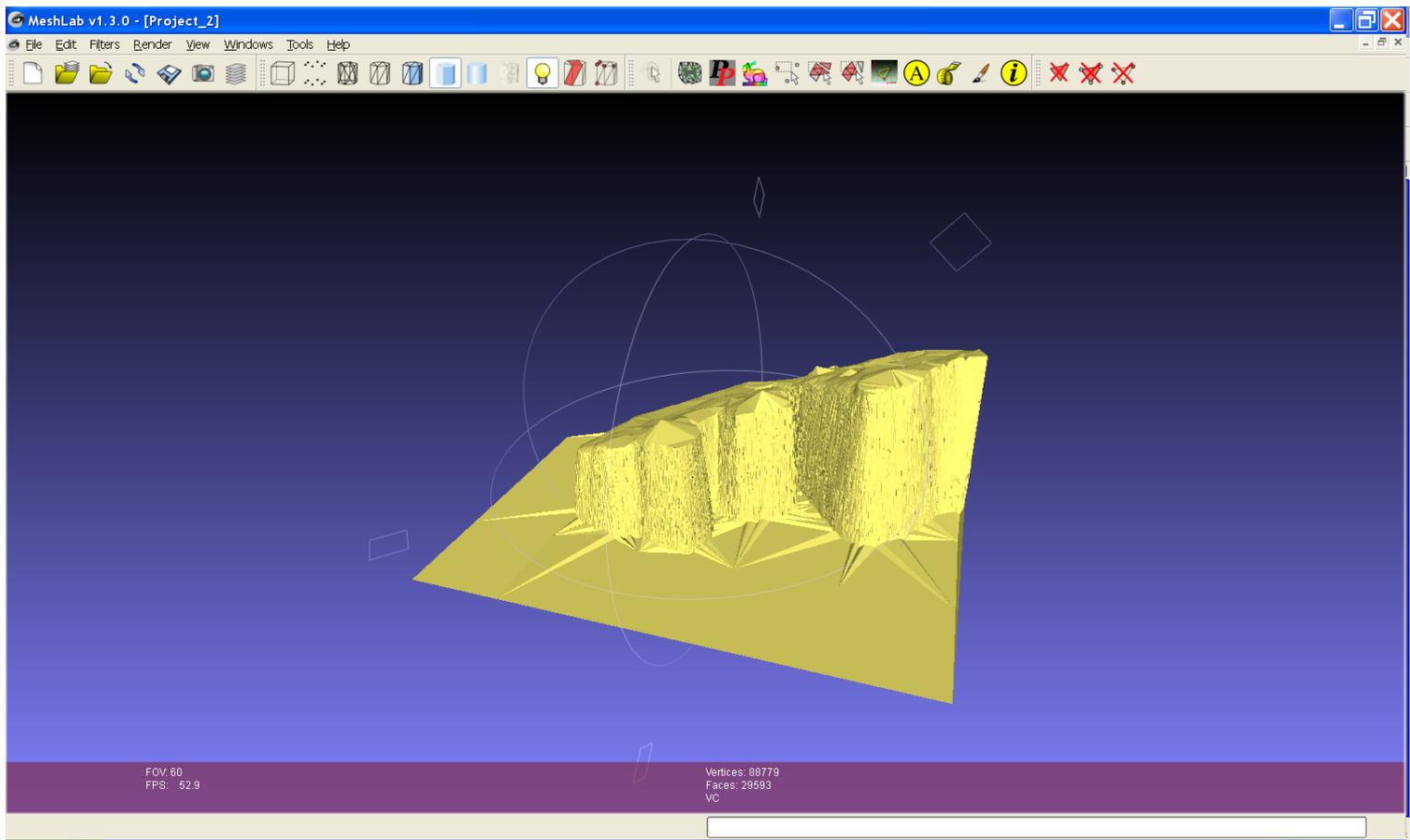
Il layer caricato tramite il comando `St_Mem_Size` risulta essere di 18 mega circa.

La `select st_asx3d`, prende un errore di allocazione di memoria.

Restringiamo l'area di lavoro, ricarichiamo il layer. il comando `St_Mem_Size` restituisce il risultato di circa 3 mega.



Il comando `st_asX3d` ci restituisce un risultato che una volta esportato, è possibile visualizzare con Meshlab <http://meshlab.sourceforge.net/>





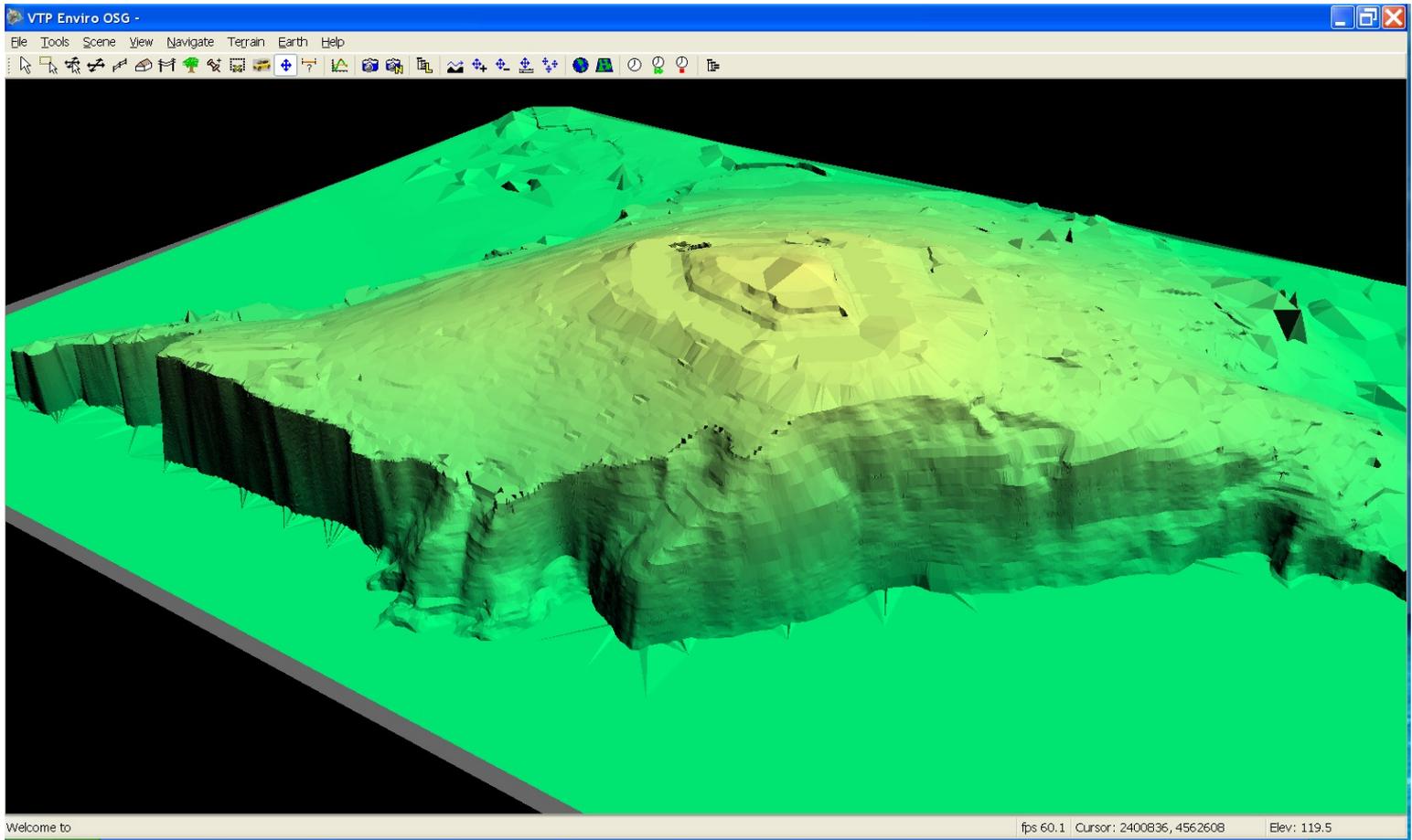
Il risultato ottenuto è soddisfacente, fermo restando le limitazioni di allocazione di memoria, dovute alle capacità dell' Hardware. Non siamo riusciti a visualizzare il risultato con la versione gvSIG 1.10, in quanto collegandosi al database postgis 2.0 e selezionando la tabella, gvSIG non riconosce il campo contenente la geometria.

Abbiamo provato anche un'altra strada: tramite lo\_import carichiamo il file .ITF in campo di tipo Large Objects (blobs).



Oppure ad importare il file .ITF in campo di tipo byteA; in questo caso abbiamo realizzato un progetto tramite il framework web2py <http://web2py.com/>.

Il file .ITF ottenuto dall'export è stato visualizzato associando all'estensione .ITF VTPEnviro con il parametro - elev . Il file, nonostante le molteplici informazioni viene visualizzato in una manciata di secondi con 60 fotogrammi al secondo.





Un file con estensione ITF contiene in formato binario le informazioni presenti in un TIN con la sua georeferenziazione.

Il formato binario permette di risparmiare spazio;

Inoltre questo formato ha un'altra peculiarità; in esso vengono memorizzati solo i vertici non duplicati e l'indicizzazione dei triangoli stessi.



<b>Field</b>	<b>Length in Bytes</b>	<b>Description</b>
Tin2	5	Un marker che caratterizza un ITF file. Nella versione 1.0 contiene caratteri "tin01".
Num_Vertices	4 (int)	Numero di vertici.
Num_Triangles	4 (int)	Numero di triangoli.
Data_Start	4 (int)	File offset where the data starts. A parser should seek to this position to read it.
CRS_Length	4 (int)	Dimensione in bytes della stringa ASCII contenente il CRS.
CRS	CRS_Length	Descrizione del coordinate reference system (CRS) nel formato OpenGIS Well-Known Text (WKT).



Extents	Length	Description
Vertex_left	4 (double)	X punto in alto a sinistra.
Vertex_top	4 (double)	Y punto in alto a sinistra.
Vertex_right	4 (int)	X punto in basso a destra.
Vertex_bottom	4 (int)	Y punto in basso a destra.
Z min	4 (int)	Quota minima.
Z max	4 (int)	Quota massima.

Vertex	Length	Description
X	8 (double)	X coordinate (easting)
Y	8 (double)	Y coordinate (northing)
Z	4 (float)	Z coordinate (elevation)

Triangle	Length	Description
Vertex_0	4 (int)	First corner.
Vertex_0	4 (int)	Second corner.
Vertex_0	4 (int)	Third corner.



La conclusione è che la maturità raggiunta da postgis è notevole dimostra sempre di più di meritare la leadership nelle estensioni spaziali, ma ci auspichiamo che anche il formato ITF venga supportato al più presto, come dovrebbe essere supportato anche nella gdal.