



# **QGIS Training Manual**

**QGIS Project**

**09 dic 2020**





|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Introduzione al Corso</b>   | <b>1</b> |
| 1.1      | Premessa   | 1        |
| 1.1.1    | Perché QGIS?   | 1        |
| 1.1.2    | Background   | 2        |
| 1.1.3    | Licenza  | 2        |
| 1.1.4    | Promuovere capitoli  | 3        |
| 1.1.5    | Autori   | 3        |
| 1.1.6    | Contributi individuali   | 3        |
| 1.1.7    | Sponsor  | 3        |
| 1.1.8    | File sorgenti e segnalazione errori  | 3        |
| 1.1.9    | Ultima versione  | 3        |
| 1.2      | Gli esercizi   | 4        |
| 1.2.1    | Come utilizzare questo corso   | 4        |
| 1.2.2    | Obiettivi del corso su più livelli   | 4        |
| 1.2.3    | Dati   | 5        |
| <b>2</b> | <b>Module: Creazione ed Esplorazione di una Mappa di Base</b>                            | <b>7</b> |
| 2.1      | Lesson: Un'introduzione all'interfaccia  | 7        |
| 2.1.1    | Try Yourself: Le Basi  | 7        |
| 2.1.2    | Try Yourself 1   | 9        |
| 2.1.3    | Try Yourself 2   | 10       |
| 2.1.4    | What's Next?   | 10       |
| 2.2      | Lesson: Aggiungere i primi layer   | 10       |
| 2.2.1    | Follow Along: Preparare una mappa  | 11       |
| 2.2.2    | <b>ibase!</b> Try Yourself   | 13       |
| 2.2.3    | Follow Along: Caricare dati vettoriali da un database GeoPackage                         | 13       |
| 2.2.4    | Follow Along: Caricare dati vettoriali da un database SpatiaLite Database con il browser | 14       |
| 2.2.5    | Caricare altri dati vettoriali   | 16       |
| 2.2.6    | Riordinare i vettori   | 16       |
| 2.2.7    | In Conclusion  | 16       |
| 2.2.8    | What's Next?   | 17       |
| 2.3      | Lesson: Navigare l'area della mappa  | 17       |
| 2.3.1    | Follow Along: Strumenti di navigazione di base   | 17       |
| 2.3.2    | In Conclusion  | 21       |
| 2.4      | Lesson: Simbologia   | 21       |
| 2.4.1    | Follow Along: Cambiare i colori  | 21       |
| 2.4.2    | Try Yourself   | 22       |
| 2.4.3    | Follow Along: Cambiare la Struttura del Simbolo  | 22       |
| 2.4.4    | Try Yourself   | 24       |
| 2.4.5    | Follow Along: Visibilità Basata sulla Scala  | 24       |
| 2.4.6    | Follow Along: Aggiungere livelli simbolo   | 25       |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.4.7    | Try Yourself   | 27         |
| 2.4.8    | Follow Along: Ordinare i livelli di simbolo                        | 27         |
| 2.4.9    | Try Yourself   | 32         |
| 2.4.10   | Try Yourself   | 32         |
| 2.4.11   | Follow Along: Tipo di livelli di simbolo                           | 33         |
| 2.4.12   | Try Yourself   | 41         |
| 2.4.13   | Follow Along: Simbologia tramite generatore geometria              | 41         |
| 2.4.14   | Follow Along: Crea un riempimento SVG personalizzato               | 44         |
| 2.4.15   | In Conclusion  | 49         |
| 2.4.16   | Further Reading  | 49         |
| 2.4.17   | What's Next?   | 49         |
| <b>3</b> | <b>Module: Classificare dati vettoriali</b>                        | <b>51</b>  |
| 3.1      | Lesson: Attributi dati dei vettori                                 | 51         |
| 3.1.1    | Follow Along: Visualizzare gli attributi di un vettore             | 51         |
| 3.1.2    | Try Yourself Esplorare gli attributi dei vettori dati              | 55         |
| 3.1.3    | In Conclusion  | 55         |
| 3.1.4    | What's Next?   | 55         |
| 3.2      | Lesson: Etichette  | 56         |
| 3.2.1    | Follow Along: Utilizzare le etichette                              | 56         |
| 3.2.2    | Follow Along: Cambiare le opzioni dell'etichetta                   | 56         |
| 3.2.3    | Follow Along: Usare etichette invece di simboli layer              | 58         |
| 3.2.4    | Try Yourself Personalizzare le etichette                           | 61         |
| 3.2.5    | Follow Along: Etichettare linee                                    | 65         |
| 3.2.6    | Follow Along: Impostazioni definite dai dati                       | 66         |
| 3.2.7    | Try Yourself Usare le impostazioni definite dai dati               | 68         |
| 3.2.8    | Ulteriori possibilità con l'etichettatura                          | 72         |
| 3.2.9    | In Conclusion  | 72         |
| 3.2.10   | What's Next?   | 72         |
| 3.3      | Lesson: Classificazione  | 72         |
| 3.3.1    | Follow Along: Classificare i dati nominali                         | 73         |
| 3.3.2    | Try Yourself Ancora classificazione                                | 74         |
| 3.3.3    | Follow Along: Classificazione proporzionale                        | 75         |
| 3.3.4    | Try Yourself Rifinire la classificazione                           | 81         |
| 3.3.5    | Follow Along: Classificazione basata su regole                     | 81         |
| 3.3.6    | In Conclusion  | 88         |
| 3.3.7    | What's Next?   | 88         |
| <b>4</b> | <b>Module: Disposizione delle Mappe</b>                            | <b>89</b>  |
| 4.1      | Utilizzare il layout di stampa                                     | 89         |
| 4.1.1    | Follow Along: Il gestore dei layout                                | 89         |
| 4.1.2    | Follow Along: Composizione della mappa base                        | 91         |
| 4.1.3    | Follow Along: Aggiungere un titolo                                 | 93         |
| 4.1.4    | Follow Along: Aggiungere una legenda                               | 95         |
| 4.1.5    | Follow Along: Personalizzare gli elementi della legenda            | 96         |
| 4.1.6    | Follow Along: Esportare la mappa                                   | 98         |
| 4.1.7    | In Conclusion  | 98         |
| 4.2      | Lesson: Creare un layout di stampa dinamico                        | 100        |
| 4.2.1    | Follow Along: Creare l'area della mappa dinamica                   | 100        |
| 4.2.2    | Follow Along: Creare l'intestazione dinamica                       | 101        |
| 4.2.3    | Follow Along: Creare etichette per l'intestazione dinamica         | 102        |
| 4.2.4    | Follow Along: Aggiungere immagini all'intestazione dinamica        | 103        |
| 4.2.5    | Follow Along: Creare la barra di scala per l'intestazione dinamica | 104        |
| 4.2.6    | What's Next?   | 105        |
| 4.3      | Compito 1  | 105        |
| 4.3.1    | In Conclusion  | 106        |
| <b>5</b> | <b>Module: Creare dati vettoriali</b>                              | <b>107</b> |
| 5.1      | Lesson: Creare un nuovo vettore dati                               | 107        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.1.1    | Follow Along: Il dialogo crea nuovo layer . . . . .                             | 107        |
| 5.1.2    | Follow Along: Fonti dei dati . . . . .  | 109        |
| 5.1.3    | Try Yourself: Digitalizzare Poligoni . . . . .                                  | 120        |
| 5.1.4    | Follow Along: Usare la tabella modifica vertici . . . . .                       | 124        |
| 5.1.5    | Try Yourself: Digitalizzare linee . . . . .                                     | 127        |
| 5.1.6    | In Conclusion . . . . .   | 130        |
| 5.1.7    | What's Next? . . . . .  | 130        |
| 5.2      | Lesson: Elemento topologia . . . . .  | 130        |
| 5.2.1    | Follow Along: Aggancio . . . . .  | 130        |
| 5.2.2    | Follow Along: Correzione degli elementi topologici . . . . .                    | 132        |
| 5.2.3    | Follow Along: Strumento: Semplifica Elemento . . . . .                          | 134        |
| 5.2.4    | Try Yourself Strumento: Aggiungi Buco . . . . .                                 | 136        |
| 5.2.5    | Try Yourself Strumento: Aggiungi Parte . . . . .                                | 136        |
| 5.2.6    | Follow Along: Strumento: Modifica Forma . . . . .                               | 137        |
| 5.2.7    | Try Yourself Strumento: Dividi Elementi . . . . .                               | 139        |
| 5.2.8    | Try Yourself Strumento: Fondi Elementi Selezionati . . . . .                    | 139        |
| 5.2.9    | In Conclusion . . . . .   | 141        |
| 5.2.10   | What's Next? . . . . .  | 141        |
| 5.3      | Lesson: Moduli . . . . .  | 141        |
| 5.3.1    | Follow Along: Usare la funzionalità di progettazione moduli di QGIS . . . . .   | 141        |
| 5.3.2    | Try Yourself Usare il modulo per modificare i valori . . . . .                  | 142        |
| 5.3.3    | Follow Along: Impostazione dei tipi di campo del modulo . . . . .               | 142        |
| 5.3.4    | Try Yourself . . . . .  | 145        |
| 5.3.5    | Try Yourself Creare dati di prova . . . . .                                     | 145        |
| 5.3.6    | Follow Along: Creare un nuovo modulo . . . . .                                  | 145        |
| 5.3.7    | Follow Along: Associare il modulo con il tuo Layer . . . . .                    | 149        |
| 5.3.8    | In Conclusion . . . . .   | 150        |
| 5.3.9    | Further Reading . . . . .   | 150        |
| 5.3.10   | What's Next? . . . . .  | 150        |
| 5.4      | Lesson: Azioni . . . . .  | 150        |
| 5.4.1    | Follow Along: Aggiungi un campo per le immagini . . . . .                       | 150        |
| 5.4.2    | Follow Along: Creare un'azione . . . . .  | 153        |
| 5.4.3    | Follow Along: Cercare in internet . . . . .                                     | 156        |
| 5.4.4    | Follow Along: Apri un sito direttamente in QGIS . . . . .                       | 157        |
| 5.4.5    | In Conclusion . . . . .   | 160        |
| 5.4.6    | What's Next? . . . . .  | 160        |
| <b>6</b> | <b>Module: Strumenti di analisi vettoriale</b> . . . . .                        | <b>161</b> |
| 6.1      | Lesson: Riproiezione e trasformazione dei dati . . . . .                        | 161        |
| 6.1.1    | Follow Along: Proiezioni . . . . .  | 162        |
| 6.1.2    | Follow Along: Riproiezione «al volo» . . . . .                                  | 162        |
| 6.1.3    | Follow Along: Salvare un data set con un CRS diverso . . . . .                  | 163        |
| 6.1.4    | Follow Along: Creare la tua proiezione personalizzata . . . . .                 | 163        |
| 6.1.5    | In Conclusion . . . . .   | 168        |
| 6.1.6    | Further Reading . . . . .   | 168        |
| 6.1.7    | What's Next? . . . . .  | 168        |
| 6.2      | Lesson: Vector Analysis . . . . .   | 168        |
| 6.2.1    | The GIS Process . . . . .   | 169        |
| 6.2.2    | The Problem . . . . .   | 169        |
| 6.2.3    | The Data . . . . .  | 169        |
| 6.2.4    | Follow Along: Start a Project and get the Data . . . . .                        | 170        |
| 6.2.5    | Try Yourself Convert Layers' CRS . . . . .                                      | 171        |
| 6.2.6    | Follow Along: Analyzing the Problem: Distances From Schools and Roads . . . . . | 173        |
| 6.2.7    | Try Yourself Distance from schools . . . . .                                    | 179        |
| 6.2.8    | Follow Along: Overlapping Areas . . . . .                                       | 179        |
| 6.2.9    | Follow Along: Extract the Buildings . . . . .                                   | 181        |
| 6.2.10   | Try Yourself Further Filter our Buildings . . . . .                             | 182        |
| 6.2.11   | Follow Along: Select Buildings of the Right Size . . . . .                      | 182        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.2.12   | <b>Ibaset</b> Try Yourself                                   | 185        |
| 6.2.13   | In Conclusion  | 185        |
| 6.2.14   | What's Next?   | 185        |
| 6.3      | Lesson: Network Analysis                                     | 185        |
| 6.3.1    | Follow Along: The Tools and the Data                         | 185        |
| 6.3.2    | Calculate the shortest path (point to point)                 | 185        |
| 6.3.3    | Try Yourself Fastest path                                    | 189        |
| 6.3.4    | Follow Along: Advanced options                               | 189        |
| 6.3.5    | Shortest path with speed limit                               | 192        |
| 6.3.6    | Service area (from layer)                                    | 194        |
| 6.3.7    | In Conclusion  | 195        |
| 6.3.8    | What's Next?   | 195        |
| 6.4      | Lesson: Spatial Statistics                                   | 195        |
| 6.4.1    | Follow Along: Create a Test Dataset                          | 196        |
| 6.4.2    | Follow Along: Basic Statistics                               | 199        |
| 6.4.3    | Follow Along: Compute statistics on distances between points | 201        |
| 6.4.4    | Follow Along: Nearest Neighbor Analysis (within layer)       | 202        |
| 6.4.5    | Follow Along: Mean Coordinates                               | 202        |
| 6.4.6    | Follow Along: Image Histograms                               | 205        |
| 6.4.7    | Follow Along: Spatial Interpolation                          | 207        |
| 6.4.8    | Try Yourself Different interpolation methods                 | 207        |
| 6.4.9    | In Conclusion  | 208        |
| 6.4.10   | What's Next?   | 208        |
| <b>7</b> | <b>Module: Raster</b>  | <b>209</b> |
| 7.1      | Lesson: Working with Raster Data                             | 209        |
| 7.1.1    | Follow Along: Loading Raster Data                            | 209        |
| 7.1.2    | Follow Along: Create a Virtual Raster                        | 210        |
| 7.1.3    | Transforming Raster Data                                     | 212        |
| 7.1.4    | In Conclusion  | 212        |
| 7.1.5    | What's Next?   | 212        |
| 7.2      | Lesson: Changing Raster Symbology                            | 212        |
| 7.2.1    | <b>Ibaset</b> Try Yourself                                   | 215        |
| 7.2.2    | Modificare la simbologia raster                              | 215        |
| 7.2.3    | Follow Along: Singleband gray                                | 216        |
| 7.2.4    | Follow Along: Singleband pseudocolor                         | 216        |
| 7.2.5    | Follow Along: Changing the transparency                      | 216        |
| 7.2.6    | In Conclusion  | 220        |
| 7.2.7    | Riferimento  | 220        |
| 7.2.8    | What's Next?   | 221        |
| 7.3      | Lesson: Terrain Analysis                                     | 221        |
| 7.3.1    | Follow Along: Calculating a Hillshade                        | 221        |
| 7.3.2    | Follow Along: Using a Hillshade as an Overlay                | 222        |
| 7.3.3    | Follow Along: Calculating the Slope                          | 225        |
| 7.3.4    | Try Yourself Calculating the aspect                          | 226        |
| 7.3.5    | Follow Along: Using the Raster Calculator                    | 226        |
| 7.3.6    | Try Yourself More criteria                                   | 228        |
| 7.3.7    | Follow Along: Combining Raster Analysis Results              | 229        |
| 7.3.8    | Follow Along: Simplifying the Raster                         | 229        |
| 7.3.9    | Follow Along: Reclassifying the Raster                       | 232        |
| 7.3.10   | Follow Along: Querying the raster                            | 235        |
| 7.3.11   | In Conclusion  | 240        |
| 7.3.12   | What's Next?   | 240        |
| <b>8</b> | <b>Module: Completamento dell'analisi</b>                    | <b>241</b> |
| 8.1      | Lesson: Raster to Vector Conversion                          | 241        |
| 8.1.1    | Follow Along: The Raster to Vector Tool                      | 241        |
| 8.1.2    | Try Yourself   | 242        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 8.1.3     | Follow Along: The Vector to Raster Tool . . . . .                            | 242        |
| 8.1.4     | In Conclusion . . . . .  | 243        |
| 8.1.5     | What's Next? . . . . .   | 243        |
| 8.2       | Lesson: Combining the Analyses . . . . .                                     | 243        |
| 8.2.1     | Try Yourself . . . . .   | 243        |
| 8.2.2     | Try Yourself Inspecting the Results . . . . .                                | 244        |
| 8.2.3     | Try Yourself Refining the Analysis . . . . .                                 | 244        |
| 8.2.4     | In Conclusion . . . . .  | 245        |
| 8.2.5     | What's Next? . . . . .   | 245        |
| 8.3       | Compito . . . . .  | 245        |
| 8.4       | Lesson: Supplementary Exercise . . . . .                                     | 245        |
| 8.4.1     | Problem Statement . . . . .  | 245        |
| 8.4.2     | Solution Outline . . . . .   | 246        |
| 8.4.3     | Follow Along: Setting up the Map . . . . .                                   | 246        |
| 8.4.4     | Loading Data into the Map . . . . .  | 246        |
| 8.4.5     | Changing the layer order . . . . .   | 247        |
| 8.4.6     | Find the Correct Districts . . . . .   | 247        |
| 8.4.7     | Clip the Rasters . . . . .   | 248        |
| 8.4.8     | Changing the symbology of vector layers . . . . .                            | 249        |
| 8.4.9     | Changing the symbology of raster layers . . . . .                            | 249        |
| 8.4.10    | Clean up the map . . . . .   | 250        |
| 8.4.11    | Create the hillshade . . . . .   | 250        |
| 8.4.12    | Slope . . . . .  | 250        |
| 8.4.13    | Try Yourself Aspect . . . . .  | 251        |
| 8.4.14    | Reclassifying rasters . . . . .  | 251        |
| 8.4.15    | Combining rasters . . . . .  | 252        |
| 8.4.16    | Finding rural areas . . . . .  | 252        |
| 8.4.17    | Creating a negative buffer . . . . .   | 253        |
| 8.4.18    | Vectorizing the raster . . . . .   | 253        |
| 8.4.19    | Fixing geometry . . . . .  | 254        |
| 8.4.20    | Determining the Intersection of vectors . . . . .                            | 254        |
| 8.4.21    | Calculating the area for each polygon . . . . .                              | 254        |
| 8.4.22    | Selecting areas of a given size . . . . .                                    | 255        |
| 8.4.23    | Digitize the University of Cape Town . . . . .                               | 255        |
| 8.4.24    | Find the locations that are closest to the University of Cape Town . . . . . | 256        |
| <b>9</b>  | <b>Module: Plugin</b> . . . . .  | <b>257</b> |
| 9.1       | Lesson: Installing and Managing Plugins . . . . .                            | 257        |
| 9.1.1     | Follow Along: Managing Plugins . . . . .                                     | 257        |
| 9.1.2     | Follow Along: Installing New Plugins . . . . .                               | 258        |
| 9.1.3     | Follow Along: Configuring Additional Plugin Repositories . . . . .           | 258        |
| 9.1.4     | In Conclusion . . . . .  | 261        |
| 9.1.5     | What's Next? . . . . .   | 261        |
| 9.2       | Lesson: Useful QGIS Plugins . . . . .  | 261        |
| 9.2.1     | Follow Along: The QuickMapServices Plugin . . . . .                          | 262        |
| 9.2.2     | Follow Along: The QuickOSM Plugin . . . . .                                  | 263        |
| 9.2.3     | Follow Along: The QuickOSM Query engine . . . . .                            | 264        |
| 9.2.4     | Follow Along: The DataPlotly Plugin . . . . .                                | 266        |
| 9.2.5     | In Conclusion . . . . .  | 266        |
| 9.2.6     | What's Next? . . . . .   | 271        |
| <b>10</b> | <b>Module: Risorse Online</b> . . . . .                                      | <b>273</b> |
| 10.1      | Lesson: Web Mapping Services . . . . .                                       | 273        |
| 10.1.1    | Follow Along: Caricare un raster WMS . . . . .                               | 273        |
| 10.1.2    | <b>ibase!</b> Try Yourself . . . . .   | 280        |
| 10.1.3    | Try Yourself . . . . .   | 281        |
| 10.1.4    | Try Yourself . . . . .   | 281        |
| 10.1.5    | In Conclusion . . . . .  | 281        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 10.1.6    | Further Reading . . . . .   | 282        |
| 10.1.7    | What's Next? . . . . .  | 282        |
| 10.2      | Lesson: Web Feature Services . . . . .                            | 282        |
| 10.2.1    | Follow Along: Loading a WFS Layer . . . . .                       | 282        |
| 10.2.2    | Follow Along: Querying a WFS Layer . . . . .                      | 286        |
| 10.2.3    | In Conclusion . . . . .   | 289        |
| 10.2.4    | What's Next? . . . . .  | 289        |
| <b>11</b> | <b>Module: QGIS Server</b>  | <b>291</b> |
| 11.1      | Lesson: Installa QGIS Server . . . . .                            | 291        |
| 11.1.1    | Follow Along: Installa da pacchetti . . . . .                     | 291        |
| 11.1.2    | Follow Along: QGIS Server eseguibile . . . . .                    | 292        |
| 11.1.3    | Follow Along: Configura il server HTTP . . . . .                  | 292        |
| 11.1.4    | Follow Along: Crea un altro virtual host . . . . .                | 295        |
| 11.1.5    | In Conclusion . . . . .   | 296        |
| 11.1.6    | What's Next? . . . . .  | 296        |
| 11.2      | Lesson: Servizi WMS . . . . .                                     | 296        |
| 11.2.1    | Registri . . . . .  | 298        |
| 11.2.2    | Richieste GetMap . . . . .  | 298        |
| 11.2.3    | Try Yourself Modifica i parametri di immagine e livelli . . . . . | 301        |
| 11.2.4    | Follow Along: Usare i parametri Filtro, Opacità e Stili . . . . . | 301        |
| 11.2.5    | Follow Along: Usare REDLINING . . . . .                           | 301        |
| 11.2.6    | Richieste GetPrint . . . . .                                      | 304        |
| 11.2.7    | In Conclusion . . . . .   | 306        |
| 11.2.8    | What's Next? . . . . .  | 306        |
| <b>12</b> | <b>Module: GRASS</b>  | <b>307</b> |
| 12.1      | Lesson: GRASS Setup . . . . .                                     | 307        |
| 12.1.1    | Follow Along: Start a New GRASS Session . . . . .                 | 307        |
| 12.1.2    | Follow Along: Start a New GRASS Project . . . . .                 | 310        |
| 12.1.3    | Follow Along: Loading Vector Data into GRASS . . . . .            | 311        |
| 12.1.4    | Follow Along: Loading Raster Data into GRASS . . . . .            | 320        |
| 12.1.5    | Try Yourself Add Layers to Mapset . . . . .                       | 323        |
| 12.1.6    | Open an existing GRASS Mapset . . . . .                           | 323        |
| 12.1.7    | In Conclusion . . . . .   | 324        |
| 12.1.8    | What's Next? . . . . .  | 324        |
| 12.2      | Lesson: GRASS Tools . . . . .                                     | 326        |
| 12.2.1    | Follow Along: Create an aspect map . . . . .                      | 326        |
| 12.2.2    | Follow Along: Get basic statistic of raster layer . . . . .       | 326        |
| 12.2.3    | Follow Along: The Reclass Tool . . . . .                          | 326        |
| 12.2.4    | Try Yourself Reclassify with your rules . . . . .                 | 328        |
| 12.2.5    | Follow Along: The Mapcalc Tool . . . . .                          | 328        |
| 12.2.6    | In Conclusion . . . . .   | 334        |
| <b>13</b> | <b>Module: Valutazione</b>  | <b>335</b> |
| 13.1      | Crea una mappa di base . . . . .                                  | 335        |
| 13.1.1    | Aggiungi il layer puntuale . . . . .                              | 335        |
| 13.1.2    | Aggiungi il layer di linee . . . . .                              | 336        |
| 13.1.3    | Aggiungi il vettore di poligoni . . . . .                         | 337        |
| 13.1.4    | Crea lo sfondo raster . . . . .                                   | 337        |
| 13.1.5    | Completa la mappa di base . . . . .                               | 337        |
| 13.2      | Analizza i dati . . . . .   | 338        |
| 13.2.1    | / . . . . .   | 338        |
| 13.3      | Mappa finale . . . . .  | 338        |
| <b>14</b> | <b>Module: Applicazioni nel settore forestale</b>                 | <b>339</b> |
| 14.1      | Lesson: Presentazione del modulo forestale . . . . .              | 339        |
| 14.1.1    | Dati di esempio per Selvicoltura . . . . .                        | 339        |
| 14.2      | Lesson: Georeferencing a Map . . . . .                            | 340        |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 14.2.1  | Scan the map  | 340 |
| 14.2.2  | Follow Along: Georeferencing the scanned map                        | 340 |
| 14.2.3  | In Conclusion   | 344 |
| 14.2.4  | What's Next?  | 344 |
| 14.3    | Lesson: Digitizing Forest Stands                                    | 344 |
| 14.3.1  | Follow Along: Extracting the Forest Stands Borders                  | 344 |
| 14.3.2  | Try Yourself Georeference the Green Pixels Image                    | 347 |
| 14.3.3  | Follow Along: Creating Supporting Points for Digitizing             | 348 |
| 14.3.4  | Follow Along: Digitize the Forest Stands                            | 351 |
| 14.3.5  | Try Yourself Finish Digitizing the Forest Stands                    | 355 |
| 14.3.6  | Follow Along: Joining the Forest Stand Data                         | 355 |
| 14.3.7  | Try Yourself Renaming Attribute Names and Adding Area and Perimeter | 358 |
| 14.3.8  | In Conclusion   | 358 |
| 14.3.9  | What's Next?  | 358 |
| 14.4    | Lesson: Updating Forest Stands                                      | 360 |
| 14.4.1  | Comparing the Old Forest Stands to Current Aerial Photographs       | 360 |
| 14.4.2  | Interpreting the CIR Image  | 360 |
| 14.4.3  | Try Yourself Digitizing Forest Stands from CIR Imagery              | 363 |
| 14.4.4  | Follow Along: Updating Forest Stands with Conservation Information  | 363 |
| 14.4.5  | Try Yourself Updating Forest Stands with Distance to the Stream     | 366 |
| 14.4.6  | In Conclusion   | 369 |
| 14.4.7  | What's Next?  | 369 |
| 14.5    | Lesson: Systematic Sampling Design                                  | 369 |
| 14.5.1  | Inventorying the Forest   | 369 |
| 14.5.2  | Follow Along: Implementing a Systematic Sampling Plot Design        | 370 |
| 14.5.3  | Follow Along: Exporting Sample Plots as GPX format                  | 373 |
| 14.5.4  | In Conclusion   | 374 |
| 14.5.5  | What's Next?  | 374 |
| 14.6    | Lesson: Creating Detailed Maps with the Atlas Tool                  | 374 |
| 14.6.1  | Follow Along: Preparing the Print Layout                            | 374 |
| 14.6.2  | Follow Along: Adding Background Map                                 | 375 |
| 14.6.3  | Try Yourself Changing the Symbology of the Layers                   | 377 |
| 14.6.4  | Try Yourself Create a Basic Map Template                            | 378 |
| 14.6.5  | Follow Along: Adding More Elements to the Print Layout              | 379 |
| 14.6.6  | Follow Along: Creating an Atlas Coverage                            | 381 |
| 14.6.7  | Follow Along: Setting Up the Atlas Tool                             | 384 |
| 14.6.8  | Follow Along: Editing the Coverage Layer                            | 386 |
| 14.6.9  | Follow Along: Printing the Maps                                     | 388 |
| 14.6.10 | In Conclusion   | 389 |
| 14.6.11 | What's Next?  | 389 |
| 14.7    | Lesson: Calculating the Forest Parameters                           | 389 |
| 14.7.1  | Follow Along: Adding the Inventory Results                          | 390 |
| 14.7.2  | Follow Along: Whole Forest Parameters Estimation                    | 390 |
| 14.7.3  | Follow Along: Estimating Stand Parameters                           | 391 |
| 14.7.4  | In Conclusion   | 395 |
| 14.7.5  | What's Next?  | 395 |
| 14.8    | Lesson: DEM da dati LiDAR   | 395 |
| 14.8.1  | Follow Along: Installare Lastools                                   | 395 |
| 14.8.2  | Follow Along: Costruire un DEM con LAStools                         | 397 |
| 14.8.3  | Follow Along: Creare un'ombreggiatura del suolo                     | 402 |
| 14.8.4  | In Conclusion   | 404 |
| 14.8.5  | What's Next?  | 404 |
| 14.9    | Lesson: Map Presentation  | 404 |
| 14.9.1  | Follow Along: Preparing the Map Data                                | 404 |
| 14.9.2  | Try Yourself Try Different Blending Modes                           | 405 |
| 14.9.3  | Try Yourself Using a Layout Template to Create the Map result       | 405 |
| 14.9.4  | In Conclusion   | 409 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| <b>15</b> | <b>Module: Nozioni sui database con PostgreSQL</b> | <b>411</b> |
| 15.1      | Lesson: Introduzione ai database                   | 411        |
| 15.1.1    | Cos'è un database?                                 | 411        |
| 15.1.2    | Tabelle  | 411        |
| 15.1.3    | Colonne / Campi                                    | 412        |
| 15.1.4    | Record   | 412        |
| 15.1.5    | Tipi di dati                                       | 412        |
| 15.1.6    | Creazione di un database di indirizzi              | 413        |
| 15.1.7    | Teoria dei database                                | 413        |
| 15.1.8    | Normalizzazione                                    | 413        |
| 15.1.9    | Try Yourself                                       | 414        |
| 15.1.10   | Indici   | 414        |
| 15.1.11   | Sequenze   | 414        |
| 15.1.12   | Diagramma Entità Relazione                         | 415        |
| 15.1.13   | Vincoli, chiavi primarie e chiavi esterne          | 416        |
| 15.1.14   | Transazioni  | 416        |
| 15.1.15   | In Conclusion                                      | 416        |
| 15.1.16   | What's Next?                                       | 417        |
| 15.2      | Lesson: Realizzazione del modello di dati          | 417        |
| 15.2.1    | Installa PostgreSQL                                | 417        |
| 15.2.2    | Guida  | 417        |
| 15.2.3    | Crea un utente del database                        | 418        |
| 15.2.4    | Verifica il nuovo account                          | 418        |
| 15.2.5    | Crea un database                                   | 418        |
| 15.2.6    | Avvio di una sessione shell del database           | 419        |
| 15.2.7    | Crea tabelle in SQL                                | 419        |
| 15.2.8    | Crea chiavi in SQL                                 | 420        |
| 15.2.9    | Crea indici in SQL                                 | 421        |
| 15.2.10   | Elimina tabelle in SQL                             | 422        |
| 15.2.11   | Una parola su pgAdmin III                          | 422        |
| 15.2.12   | In Conclusion                                      | 422        |
| 15.2.13   | What's Next?                                       | 422        |
| 15.3      | Lesson: Aggiungi dati                              | 422        |
| 15.3.1    | Inserisci le istruzioni                            | 423        |
| 15.3.2    | Aggiunta di dati rispettando i vincoli             | 423        |
| 15.3.3    | Try Yourself                                       | 423        |
| 15.3.4    | Selaziona dati                                     | 424        |
| 15.3.5    | Aggiorna dati                                      | 424        |
| 15.3.6    | Cancella dati                                      | 424        |
| 15.3.7    | Try Yourself                                       | 425        |
| 15.3.8    | In Conclusion                                      | 425        |
| 15.3.9    | What's Next?                                       | 425        |
| 15.4      | Lesson: Queries                                    | 425        |
| 15.4.1    | Ordering Results                                   | 425        |
| 15.4.2    | Filtering  | 426        |
| 15.4.3    | Joins  | 427        |
| 15.4.4    | Sub-Select   | 427        |
| 15.4.5    | Aggregate Queries                                  | 428        |
| 15.4.6    | In Conclusion                                      | 429        |
| 15.4.7    | What's Next?                                       | 429        |
| 15.5      | Lesson: Views                                      | 429        |
| 15.5.1    | Creare una Vista                                   | 429        |
| 15.5.2    | Modifying a View                                   | 430        |
| 15.5.3    | Dropping a View                                    | 430        |
| 15.5.4    | In Conclusion                                      | 430        |
| 15.5.5    | What's Next?                                       | 430        |
| 15.6      | Lesson: Rules                                      | 430        |
| 15.6.1    | Creating a logging rule                            | 431        |



|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 15.6.2    | In Conclusion   | 431        |
| 15.6.3    | What's Next?  | 431        |
| <b>16</b> | <b>Module: Nozioni di database spaziale con PostGIS</b> | <b>433</b> |
| 16.1      | Lesson: Configura PostGIS                               | 433        |
| 16.1.1    | Installa su Ubuntu                                      | 434        |
| 16.1.2    | Installa su Windows                                     | 434        |
| 16.1.3    | Installa su altre piattaforme                           | 434        |
| 16.1.4    | Configura i database per usare PostGIS                  | 434        |
| 16.1.5    | Guarda le funzioni PostGIS installate                   | 435        |
| 16.1.6    | Sistemi di riferimento spaziale                         | 436        |
| 16.1.7    | In Conclusion   | 436        |
| 16.1.8    | What's Next?  | 437        |
| 16.2      | Lesson: Modello delle entità di base                    | 437        |
| 16.2.1    | Cos'è OGC   | 437        |
| 16.2.2    | Cos'è il modello SFS                                    | 437        |
| 16.2.3    | Aggiungi un campo geometria alla tavola                 | 438        |
| 16.2.4    | Aggiungi un vincolo in base al tipo di geometria        | 438        |
| 16.2.5    | Prova   | 438        |
| 16.2.6    | Compila la tabella geometry_columns                     | 438        |
| 16.2.7    | Aggiungi una riga alla tabella usando SQL               | 439        |
| 16.2.8    | In Conclusion   | 442        |
| 16.2.9    | What's Next?  | 442        |
| 16.3      | Lesson: Importa ed esporta                              | 442        |
| 16.3.1    | shp2pgsql   | 442        |
| 16.3.2    | pgsql2shp   | 443        |
| 16.3.3    | ogr2ogr   | 443        |
| 16.3.4    | DB Manager  | 443        |
| 16.3.5    | In Conclusion   | 443        |
| 16.3.6    | What's Next?  | 443        |
| 16.4      | Interrogazioni spaziali                                 | 443        |
| 16.4.1    | Operatori spaziali                                      | 444        |
| 16.4.2    | Indici spaziali   | 444        |
| 16.4.3    | Try Yourself  | 445        |
| 16.4.4    | Dimostrazione delle funzioni spaziali postGIS           | 445        |
| 16.4.5    | In Conclusion   | 451        |
| 16.4.6    | What's Next?  | 451        |
| 16.5      | Costruzione delle Geometrie                             | 451        |
| 16.5.1    | Crea linee  | 451        |
| 16.5.2    | Try Yourself  | 451        |
| 16.5.3    | Crea poligoni   | 451        |
| 16.5.4    | Esercizio: Collega delle città alle persone             | 452        |
| 16.5.5    | Guarda lo schema  | 452        |
| 16.5.6    | Try Yourself  | 453        |
| 16.5.7    | Accedi agli oggetti                                     | 453        |
| 16.5.8    | Elaborazione  | 453        |
| 16.5.9    | Ritaglio  | 453        |
| 16.5.10   | Costruisci geometrie da altre geometrie                 | 455        |
| 16.5.11   | Pulire la geometria                                     | 457        |
| 16.5.12   | Differenze tra tabelle                                  | 457        |
| 16.5.13   | Archiviazione delle tabelle                             | 457        |
| 16.5.14   | In Conclusion   | 457        |
| <b>17</b> | <b>La guida di Processing di QGIS</b>                   | <b>459</b> |
| 17.1      | Introduzione  | 459        |
| 17.2      | Una raccomandazione importante prima di iniziare        | 460        |
| 17.3      | Setting-up the processing framework                     | 461        |
| 17.4      | Running our first algorithm. The toolbox                | 463        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 17.5      | More algorithms and data types . . . . .   | 466        |
| 17.6      | CRS. Riproiezione . . . . .  | 472        |
| 17.7      | Selection . . . . .  | 475        |
| 17.8      | Running an external algorithm . . . . .  | 477        |
| 17.9      | Il log di processing . . . . .   | 482        |
| 17.9.1    | Livello avanzato . . . . .   | 484        |
| 17.10     | The raster calculator. No-data values . . . . .                                  | 484        |
| 17.11     | Vector calculator . . . . .  | 488        |
| 17.12     | Defining extents . . . . .   | 490        |
| 17.13     | Risultati HTML . . . . .   | 495        |
| 17.14     | First analysis example . . . . .   | 496        |
| 17.15     | Tagliare e unire raster . . . . .  | 499        |
| 17.16     | Analisi idrologica . . . . .   | 510        |
| 17.17     | Starting with the graphical modeler . . . . .                                    | 521        |
| 17.18     | More complex models . . . . .  | 532        |
| 17.19     | Numeric calculations in the modeler . . . . .                                    | 537        |
| 17.20     | A model within a model . . . . .   | 539        |
| 17.21     | Using modeler-only tools for creating a model . . . . .                          | 542        |
| 17.22     | Interpolazione . . . . .   | 546        |
| 17.23     | Ancora sull'interpolazione . . . . .   | 552        |
| 17.24     | Iterative execution of algorithms . . . . .                                      | 561        |
| 17.25     | More iterative execution of algorithms . . . . .                                 | 564        |
| 17.26     | L'interfaccia per i processi in serie . . . . .                                  | 567        |
| 17.27     | I modelli nell'interfaccia per i processi in serie . . . . .                     | 570        |
| 17.28     | Script agganciati pre e post esecuzione . . . . .                                | 571        |
| 17.29     | Other programs . . . . .   | 572        |
| 17.29.1   | GRASS . . . . .  | 572        |
| 17.29.2   | R . . . . .  | 572        |
| 17.29.3   | Others . . . . .   | 573        |
| 17.29.4   | Comparison among backends . . . . .  | 573        |
| 17.30     | Interpolation and contouring . . . . .   | 574        |
| 17.30.1   | Interpolazione . . . . .   | 574        |
| 17.30.2   | Contour . . . . .  | 574        |
| 17.31     | Vector simplification and smoothing . . . . .                                    | 574        |
| 17.32     | Pianificare una fattoria solare . . . . .  | 575        |
| 17.33     | Utilizzare gli script R in Processing . . . . .                                  | 575        |
| 17.33.1   | Aggiuni script . . . . .   | 576        |
| 17.33.2   | Creating plots . . . . .   | 577        |
| 17.33.3   | Create a vector . . . . .  | 581        |
| 17.33.4   | Text and graph output from R - syntax . . . . .                                  | 583        |
| 17.34     | Predicting landslides . . . . .  | 583        |
| <b>18</b> | <b>Module: Usare i database spaziali in QGIS</b> . . . . .                       | <b>585</b> |
| 18.1      | Lesson: Lavorare con i database in QGIS browser . . . . .                        | 585        |
| 18.1.1    | Follow Along: Aggiungi tabelle del database a QGIS mediante il browser . . . . . | 585        |
| 18.1.2    | Follow Along: Aggiungi un insieme filtrato di record come livello . . . . .      | 587        |
| 18.1.3    | In Conclusion . . . . .  | 587        |
| 18.1.4    | What's Next? . . . . .   | 587        |
| 18.2      | Lesson: Using DB Manager to work with Spatial Databases in QGIS . . . . .        | 587        |
| 18.2.1    | Follow Along: Managing PostGIS Databases with DB Manager . . . . .               | 589        |
| 18.2.2    | Follow Along: Creating a New Table . . . . .                                     | 591        |
| 18.2.3    | Follow Along: Basic Database Administration . . . . .                            | 593        |
| 18.2.4    | Follow Along: Executing SQL Queries with DB Manager . . . . .                    | 595        |
| 18.2.5    | Importing Data into a Database with DB Manager . . . . .                         | 597        |
| 18.2.6    | Exporting Data from a Database with DB Manager . . . . .                         | 597        |
| 18.2.7    | In Conclusion . . . . .  | 597        |
| 18.2.8    | What's Next? . . . . .   | 600        |
| 18.3      | Lesson: Working with SpatiaLite databases in QGIS . . . . .                      | 600        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 18.3.1    | Follow Along: Creating a SpatiaLite database with the Browser | 600        |
| 18.3.2    | In Conclusion   | 601        |
| <b>19</b> | <b>Appendix: Contribuire a questo Manuale</b>                 | <b>605</b> |
| 19.1      | Scaricare Risorse   | 605        |
| 19.2      | Formato del Manuale   | 605        |
| 19.3      | Aggiungere un Modulo  | 605        |
| 19.4      | Aggiungere una Lezione  | 606        |
| 19.5      | Aggiungere una Sezione  | 607        |
| 19.5.1    | Aggiungere una sezione «segui»                                | 607        |
| 19.5.2    | Aggiunta di una sezione «prova tu stesso»                     | 608        |
| 19.6      | Aggiungere una conclusione                                    | 608        |
| 19.7      | Aggiungere un'ulteriore sezione di lettura                    | 608        |
| 19.8      | Aggiungere una Sezione Cosa c'è Dopo                          | 609        |
| 19.9      | Usare Markup  | 609        |
| 19.9.1    | Nuovi concetti  | 609        |
| 19.9.2    | Enfasi  | 609        |
| 19.9.3    | Immagini  | 609        |
| 19.9.4    | Collegamenti interni  | 609        |
| 19.9.5    | Collegamenti Esterni  | 610        |
| 19.9.6    | Usare testo monospazio  | 610        |
| 19.9.7    | Etichettare gli elementi della GUI                            | 610        |
| 19.9.8    | Selezione Menu  | 610        |
| 19.9.9    | Aggiunta di note  | 610        |
| 19.9.10   | Aggiunta di una nota di sponsorizzazione/paternità            | 611        |
| 19.10     | Grazie!   | 611        |
| <b>20</b> | <b>Preparazione dei dati dell'esercizio</b>                   | <b>613</b> |
| 20.1      | Try Yourself Create OSM based vector Files                    | 613        |
| 20.2      | Try Yourself Crea un DEM SRTM tiff                            | 618        |
| 20.3      | Try Yourself Crea un Files tiff di immagine                   | 619        |
| 20.4      | Try Yourself Sostituisci gli Emblemi                          | 619        |
| <b>21</b> | <b>Answer Sheet</b>   | <b>621</b> |
| 21.1      | Results For <i>Un'introduzione all'Interfaccia</i>            | 621        |
| 21.1.1    | Introduzione (Parte 1)  | 621        |
| 21.1.2    | Introduzione (Parte 2)  | 621        |
| 21.2      | Results For <i>Aggiungere i primi layer</i>                   | 621        |
| 21.2.1    | Preparazione  | 621        |
| 21.2.2    | Caricamento dati  | 622        |
| 21.3      | Results For <i>Simbologia</i>                                 | 622        |
| 21.3.1    | Colori  | 622        |
| 21.3.2    | Struttura simbolo   | 623        |
| 21.3.3    | Layer simbolo   | 624        |
| 21.3.4    | Livelli simbolo   | 625        |
| 21.3.5    | Livelli simbolo   | 626        |
| 21.4      | Simboli contorno  | 627        |
| 21.4.1    | Geometry generator symbology                                  | 627        |
| 21.5      | Results For <i>Vector Attribute Data</i>                      | 628        |
| 21.5.1    | Exploring Vector Data Attributes                              | 628        |
| 21.6      | Results For <i>Labels</i>                                     | 629        |
| 21.6.1    | Label Customization (Part 1)                                  | 629        |
| 21.6.2    | Label Customization (Part 2)                                  | 629        |
| 21.6.3    | Using Data Defined Settings                                   | 630        |
| 21.7      | Results For <i>Classificazione</i>                            | 630        |
| 21.7.1    | Refine the Classification                                     | 630        |
| 21.8      | Results For <i>Creating a New Vector Dataset</i>              | 633        |
| 21.8.1    | Digitizing  | 633        |
| 21.8.2    | Topology: Add Ring Tool                                       | 633        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 21.8.3  | Topology: Add Part Tool                        | 633 |
| 21.8.4  | Merge Features                                 | 636 |
| 21.8.5  | Moduli   | 636 |
| 21.9    | Results For <i>Vector Analysis</i>             | 638 |
| 21.9.1  | Distance from High Schools                     | 638 |
| 21.9.2  | Distance from Restaurants                      | 641 |
| 21.10   | Results For <i>Network Analysis</i>            | 641 |
| 21.11   | Fastest path                                   | 641 |
| 21.12   | Results For <i>Raster Analysis</i>             | 644 |
| 21.12.1 | Calculate Aspect                               | 644 |
| 21.12.2 | Calculate Slope (less than 2 and 5 degrees)    | 644 |
| 21.13   | Results For <i>Completing the Analysis</i>     | 644 |
| 21.13.1 | Raster to Vector                               | 644 |
| 21.13.2 | Inspecting the Results                         | 650 |
| 21.13.3 | Refining the Analysis                          | 650 |
| 21.14   | Results For <i>WMS</i>                         | 653 |
| 21.14.1 | Adding Another WMS Layer                       | 653 |
| 21.14.2 | Adding a New WMS Server                        | 655 |
| 21.14.3 | Finding a WMS Server                           | 655 |
| 21.15   | Results For <i>GRASS Integration</i>           | 657 |
| 21.15.1 | Add Layers to Mapset                           | 657 |
| 21.15.2 | Reclassify raster layer                        | 657 |
| 21.16   | Results For <i>Database Concepts</i>           | 658 |
| 21.16.1 | Address Table Properties                       | 658 |
| 21.16.2 | Normalising the People Table                   | 659 |
| 21.16.3 | Further Normalisation of the People Table      | 659 |
| 21.16.4 | Create a People Table                          | 660 |
| 21.16.5 | The DROP Command                               | 661 |
| 21.16.6 | Insert a New Street                            | 661 |
| 21.16.7 | Add a New Person With Foreign Key Relationship | 661 |
| 21.16.8 | Return Street Names                            | 661 |
| 21.17   | Results For <i>Spatial Queries</i>             | 662 |
| 21.17.1 | The Units Used in Spatial Queries              | 662 |
| 21.17.2 | Creating a Spatial Index                       | 662 |
| 21.18   | Results For <i>Geometry Construction</i>       | 662 |
| 21.18.1 | Creating Linestrings                           | 662 |
| 21.18.2 | Linking Tables                                 | 663 |
| 21.19   | Results For <i>Simple Feature Model</i>        | 663 |
| 21.19.1 | Populating Tables                              | 663 |
| 21.19.2 | Populate the Geometry_Columns Table            | 664 |
| 21.19.3 | Adding Geometry                                | 664 |

### 1.1 Premessa

Benvenuto al nostro corso! Ti mostreremo come usare QGIS in modo facile ed efficiente. Se sei nuovo al GIS, ti diremo cosa ti serve per iniziare. Se sei un utente esperto, vedrai come QGIS presenti tutte le funzioni che ti aspetti da un programma GIS, e molto altro!

#### 1.1.1 Perché QGIS?

Anche se le informazioni diventano sempre più correlate allo spazio, non c'è carenza di strumenti dotati delle principali funzioni usate nei GIS. Perché qualcuno dovrebbe usare QGIS invece di altri software GIS?

Queste sono solo alcune ragioni:

- *It's free, as in lunch.* Installare ed utilizzare il programma QGIS non costa proprio nulla. Nessun costo iniziale, nessuna rata, niente.
- *It's free, as in liberty.* Se in QGIS hai bisogno di funzionalità aggiuntive, puoi fare di più che sperare che siano incluse nella prossima versione. Puoi promuovere lo sviluppo di una funzionalità o puoi aggiungerla te stesso se sei pratico di programmazione.
- *È costantemente in sviluppo.* Dato che ognuno può aggiungere nuove funzionalità e migliorare quelle esistenti, QGIS non si ferma mai. Lo sviluppo di un nuovo strumento può avvenire velocemente quanto la tua necessità.
- *È disponibile una documentazione ed un sistema di aiuto esteso.* Se sei bloccato con qualcosa, puoi rivolgerti all'estesa documentazione, agli altri utenti QGIS, o anche agli sviluppatori.
- *Multi-piattaforma.* QGIS può essere installato su MacOS, Windows e Linux.

Ora che sai perché vuoi usare QGIS, questi esercizi ti faranno sapere come.

### 1.1.2 Background

Nel 2008 abbiamo lanciato la Una breve introduzione al GIS, una risorsa completamente libera, a contenuto aperto, per persone che vogliono imparare il GIS senza essere sovraccaricate da tecnicismi e nuovi termini. È stata sponsorizzata dal governo del Sud Africa ed ha avuto un successo straordinario, con persone da tutto il mondo che ci hanno scritto di come stanno usando il materiale per corsi universitari, per imparare il GIS e così via. La Breve introduzione non è un corso sul programma, ma vuole essere un testo generico (anche se usiamo QGIS in tutti gli esempi) per chiunque voglia imparare il GIS. C'è anche il Manuale QGIS che fornisce un'introduzione dettagliata alle funzionalità dell'applicazione QGIS. Comunque, non è strutturato come un corso, ma come una guida di riferimento. Alla Linfiniti Consulting CC. teniamo spesso dei corsi ed abbiamo realizzato che era necessaria una terza risorsa - per guidare il lettore sequenzialmente all'apprendimento degli aspetti chiave di QGIS in una forma insegnante-allievo - che ci ha indotto a produrre questo lavoro.

Il manuale di formazione intende fornire tutto il materiale necessario per un corso di 5 giorni su QGIS, PostgreSQL e PostGIS. Il corso è strutturato con contenuti per novizi, utenti intermedi ed avanzati ed ha molti esercizi completi con risposte commentate in tutto il testo.

### 1.1.3 Licenza



Il Free Quantum GIS Training Manual by Linfiniti Consulting CC. è basato su una vecchia versione da Linfiniti ed è autorizzato tramite una [Creative Commons Attribution 4.0 International](#). Permessi oltre lo scopo di questa licenza possono essere disponibili come segue.

Abbiamo pubblicato questo manuale di istruzione con una licenza libera che ti permette di copiare, modificare e ridistribuire liberamente questo lavoro. Una copia completa della licenza è disponibile alla fine di questo documento, le linee guida per l'utilizzo sono come segue:

- Non puoi presentare questo lavoro come fosse tuo, o rimuovere da questo lavoro qualunque testo di paternità o di accreditamento.
- Non puoi ridistribuire questo lavoro con autorizzazioni più restrittive di quelle con le quali ti è stato fornito.
- Se aggiungi al documento una porzione sostanziale e la dai come contributo al progetto (almeno un modulo completo) puoi aggiungere il tuo nome alla fine della lista degli autori per questo documento (che apparirà sulla copertina)
- Se contribuisce con modifiche minori e correzioni, puoi aggiungerti alla lista dei collaboratori di seguito.
- Se traduci questo documento nella sua interezza, puoi aggiungere il tuo nome alla lista degli autori nella forma «Translated by Joe Bloggs».
- Se promuovi un modulo o una lezione, puoi chiedere all'autore di includere un riconoscimento all'inizio di ogni lezione sponsorizzata, p.e.:

---

**Nota:** Questa lezione è sponsorizzata da MegaCorp.

---

- Se non sei sicuro di cosa puoi fare entro i termini di questa licenza, contattaci a [office@linfiniti.com](mailto:office@linfiniti.com) e ti diremo se quello che vuoi fare è accettabile.
- Se pubblichi questo documento in un sito editoriale come <https://www.lulu.com> ti chiediamo di donare i profitti al progetto QGIS.
- Non puoi commercializzare questo lavoro, se non con l'esplicita autorizzazione degli autori. Per essere chiari, per commercializzazione intendiamo che non puoi venderlo per profitto, creare dei lavori commerciali derivati (p.e. vendere il contenuto per utilizzo in articoli su riviste). Eccezione a tutto questo è nel caso tutti i profitti vengano dati al progetto QGIS. Puoi (e ti incoraggiamo a farlo) usare questo lavoro come libro di testo per corsi di istruzione, anche se il corso è di sua natura commerciale. In altre parole, sei benvenuto se fai un guadagno

tenendo un costo di istruzione che usa questo lavoro come libro di testo, ma non puoi trarre profitto dalla vendita del libro stesso - tutti questi profitti dovrebbero essere dati come contributo a QGIS.

### 1.1.4 Promuovere capitoli

Questo lavoro non è un trattato completo su tutto quello che puoi fare con QGIS e incoraggiamo altri ad aggiungere nuovi materiali per riempire i vuoti. Linfiniti Consulting CC. può anche creare materiali addizionali per te come servizio commerciale, con l'intesa che tutto il lavoro prodotto diventerà parte del contenuto e pubblicato sotto la stessa licenza.

### 1.1.5 Autori

- Rüdiger Thiede ([rudi@linfiniti.com](mailto:rudi@linfiniti.com)) - Rudi ha scritto il materiale formativo su QGIS e parti dei materiali su PostGIS.
- Tim Sutton ([tim@linfiniti.com](mailto:tim@linfiniti.com)) - Tim ha supervisionato e guidato il progetto e co-prodotto le parti su PostgreSQL e PostGIS. Tim ha anche creato il tema personalizzato sphinx usato per questo manuale.
- Horst Düster ([horst.duester@kappasys.ch](mailto:horst.duester@kappasys.ch)) - Horst ha co-prodotto le parti su PostgreSQL e PostGIS
- Marcelle Sutton ([marcelle@linfiniti.com](mailto:marcelle@linfiniti.com)) - Marcelle ha fornito le correzioni e consigli editoriali durante la creazione di questo lavoro.

### 1.1.6 Contributi individuali

Il tuo nome qui!

### 1.1.7 Sponsor

- Cape Peninsula University of Technology

### 1.1.8 File sorgenti e segnalazione errori

Il sorgente di questo documento è disponibile su GitHub [QGIS Documentation repository](https://github.com/qgis/QGIS-Documentation). Consulta GitHub.com <<https://github.com/>>\_ per istruzioni su come utilizzare il sistema di controllo versione di git.

Nonostante i nostri sforzi, seguendo questo corso potresti trovare degli errori o delle omissioni. Per favore segnalali a <https://github.com/qgis/QGIS-Documentation/issues>.

### 1.1.9 Ultima versione

Puoi sempre ottenere l'ultima versione di questo documento visitando la versione online che è parte del sito di documentazione di QGIS (<https://docs.qgis.org>).

---

**Nota:** Il sito di documentazione contiene collegamenti sia alla versione online che alla versione PDF del manuale di istruzione ed altre parti della documentazione di QGIS.

---



## 1.2 Gli esercizi

Ora che sai perché vuoi usare QGIS, ti mostreremo come.

**Avvertimento:** Questo corso include istruzioni per aggiungere, cancellare e modificare i dataset GIS. A questo scopo abbiamo predisposto dei dataset per il corso. Prima di utilizzare le tecniche qui descritte sui tuoi dati, assicurati di avere sempre una copia!

### 1.2.1 Come utilizzare questo corso

Ogni testo che *appare come questo* si riferisce a qualcosa che puoi vedere sull'interfaccia di QGIS.

Il testo che *appare  come  questo* ti indirizza attraverso i menu.

Questo tipo di testo si riferisce a qualcosa che puoi scrivere, come un comando.

`This/kind/of.text` si riferisce ad un percorso o nome di file.

`Questo+Quello` si riferisce a scorciatoie di tastiera composte da due tasti.

### 1.2.2 Obiettivi del corso su più livelli

Questo corso si rivolge ad utenti con diversi livelli di esperienza. A seconda della categoria in cui ti consideri, ti puoi aspettare diversi risultati. Ogni categoria contiene informazioni indispensabili per la successiva, perciò è indispensabile fare tutti gli esercizi del tuo livello di esperienza o del livello inferiore.



In questa categoria, il corso presume che tu abbia poca o nessuna esperienza con la teoria dei GIS o l'utilizzo di software GIS.

Verrà fornita una conoscenza teorica limitata per spiegare lo scopo di un'azione che sarà eseguita nel programma, ma l'enfasi è posta nell'imparare facendo.

Quando completerai il corso, avrai un'idea migliore delle possibilità dei GIS, e come imbrigliare la loro potenza usando QGIS.



In questa categoria, si presume che tu abbia una conoscenza basilare ed esperienza nell'uso giornaliero del software GIS.

Partendo dalle istruzioni per il livello principiante ti daremo una base conosciuta, ed inoltre ti informeremo dei casi in cui QGIS si comporta in modo leggermente diverso dagli altri software che potresti conoscere. Imparerai anche come utilizzare in QGIS le funzioni di analisi.

Quando completerai il corso, sarai a tuo agio nell'usare QGIS per tutte le funzioni normalmente necessarie nell'uso giornaliero.





In questa categoria, si presume tu abbia esperienza con i software GIS, abbia conoscenza ed esperienza dei database spaziali, dell'utilizzo di dati su server remoti, forse di scrittura di script per scopi di analisi, ecc.

Partendo dalle istruzioni per gli altri due livelli familiarizzerai con l'approccio seguito dall'interfaccia di QGIS, e saprai come accedere alle funzioni base di cui hai bisogno. Ti verrà anche mostrato come utilizzare il sistema di plugin di QGIS, l'accesso ai database, e così via.

Quando completerai il corso, avrai un'ottima conoscenza delle operazioni di routine di QGIS, e delle sue funzioni avanzate.

### 1.2.3 Dati

I dati di esempio che accompagnano questo corso sono liberamente disponibili da queste origini:

- Dataset strade e luoghi da OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>)
- Confini di proprietà (urbani e rurali), specchi d'acqua da NGI (<http://www.ngi.gov.za/>)
- SRTM DEM dal CGIAR-CGI (<http://srtm.csi.cgiar.org/>)

Scarica il dataset predisposto dal [Deposito dati del corso](#) e scompatta il file. Tutti i dati necessari sono forniti nella cartella `exercise_data`.

Se sei un istruttore, e vuoi usare dei dati più rilevanti, troverai le istruzioni per creare dei dati locali nell'appendice *Preparazione dei dati dell'esercizio*.



---

## Module: Creazione ed Esplorazione di una Mappa di Base

---

In questo modulo, creerai una mappa di base che sarà usata successivamente come punto di partenza per ulteriori dimostrazioni delle funzionalità di QGIS.

### 2.1 Lesson: Un'introduzione all'interfaccia

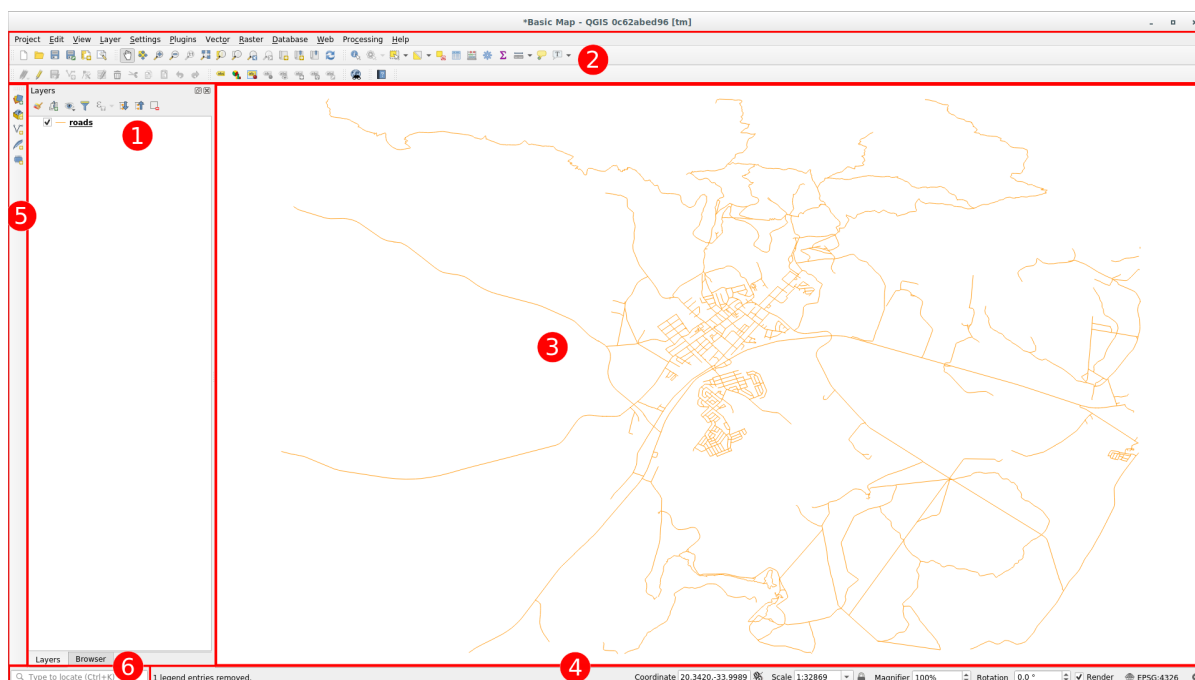
Esploreremo l'interfaccia utente di QGIS in modo che tu avrai familiarità con i menu, le barre degli strumenti, l'area di mappa e la lista dei layer che formano la struttura di base dell'interfaccia.

**Obiettivo per questa lezione:** Capire le basi dell'interfaccia utente di QGIS

#### 2.1.1 Try Yourself: Le Basi

Gli elementi identificati nella figura sopra sono:

1. Lista dei Layer/ Pannello di navigazione
2. Barre degli strumenti
3. Area di mappa
4. Barra di Stato
5. Barra degli Strumenti Laterale
6. Barra localizzazione



### La Lista dei Layer

Nella Lista dei Layer, tu puoi vedere una lista, sempre, di tutti i layer disponibili.

Espandere gli elementi ridotti (cliccando la freccia o il simbolo più a fianco ad essi) ti fornirà maggiori informazioni sull'aspetto attuale del layer.

Passando il mouse sopra il layer vedrai delle informazioni di base: nome del layer, tipo di geometria, sistema di riferimento per le coordinate e percorso completo del file nel tuo dispositivo.

Il click con il tasto destro su di un layer ti darà un menu con molte opzioni extra. Userai alcune di esse a breve, per cui dai uno sguardo!

---


**Nota:** Un layer vettoriale è un dataset, di solito uno specifico tipo di oggetto, quali delle strade, degli alberi, ecc. Un layer vettoriale può essere fatto di punti, di linee o di poligoni.


---



### Il Pannello di Navigazione

Il browser QGIS è un pannello in QGIS che ti permette di navigare facilmente nel tuo database. Puoi avere accesso ai comuni file vettoriali (p.e. ESRI Shapefile o Mapinfo file), database (p.e. PostGIS, Oracle, SpatiaLite, GeoPackage o MSSQL Spatial) e connessioni WMS/WFS. Puoi anche vedere i tuoi dati GRASS.

Se hai salvato un progetto, il pannello browser ti dà accesso veloce a tutti i layer salvati nella stessa cartella del progetto sotto l'elemento  *Home del progetto*.

Inoltre, puoi impostare una o più cartelle come **Preferite**: cerca nel tuo percorso e quando hai trovato la cartella, clicca con il tasto destro sulla cartella e poi clicca su *Aggiungi come Preferito*. Dovresti vedere la tua cartella nei  *Preferiti*.


---

**Suggerimento:** Può accadere che la cartella aggiunta ai Preferiti abbia un nome molto lungo: non preoccuparti, clicca con il tasto destro sul percorso e scegli *Rinomina Preferito...* per impostare un nome diverso.

---



## Barre degli strumenti

Il tuo gruppo di strumenti più utilizzato può essere trasformato in una barra strumenti per un accesso semplice. Per esempio, la barra strumenti File ti permette di salvare, aprire, stampare, ed iniziare un nuovo progetto. Puoi facilmente personalizzare l'interfaccia per vedere solo gli strumenti che usi più spesso, aggiungendo o togliendo barre strumenti con il menu *Impostazioni*  *Barre degli strumenti*.

Anche se non sono visibili in una barra strumenti, tutti i tuoi strumenti sono accessibili attraverso i menu. Per esempio, rimuovi la barra strumenti *File* (che contiene il pulsante *Salva*), puoi ancora salvare la mappa cliccando sul menu *Progetto* e poi cliccando su *Salva*.



## L'Area di Mappa

Qui è dove viene visualizzata la mappa e dove vengono caricati i layer. Nell'area della mappa puoi interagire con i layer visibili: ingrandire/rimpicciolire, muovere la mappa, selezionare caratteristiche e molte altre operazioni che saranno viste approfonditamente nelle prossime sezioni.



## La Barra di Stato

Mostra informazioni della mappa corrente. Ti permette anche di modificare la scala della mappa, la rotazione e vedere le coordinate del mouse sulla mappa.

## Barra strumenti laterale

Normalmente la barra laterale contiene i pulsanti per caricare il layer e tutti i pulsanti per creare un nuovo layer. Ma ricorda che puoi muovere le barre strumenti ovunque dove ti sia più comodo.

## Barra localizzatore

Con questa barra puoi accedere a quasi tutti gli oggetti di QGIS: layer, caratteristiche del layer, algoritmi, segnalibri spaziali, ecc. Controlla tutte le opzioni nella sezione `locator_options` del Manuale Utente QGIS.

---

**Suggerimento:** Con la scorciatoia `Ctrl+K` puoi accedere facilmente alla barra.

---

### 2.1.2



## Try Yourself 1

Prova ad identificare i quattro elementi elencati sopra sul tuo schermi, senza far riferimento al diagramma sopra. Vedi se riesci ad identificare i loro nomi e le loro funzioni. Diventerai più familiare con questi elementi man mano che li userai nei prossimi giorni.

*Controlla i tuoi risultati*

### 2.1.3 Try Yourself 2

Prova a trovare ciascuno di questi strumenti sul tuo schermo. Qual è il loro scopo?



4.



---

**Nota:** Se alcuni di questi strumenti non sono visibili sullo schermo, prova ad abilitare alcune barre degli strumenti che al momento sono nascoste. Tieni anche in mente che se non c'è abbastanza spazio sullo schermo, una barra degli strumenti può essere accorciata nascondendo alcuni dei suoi strumenti. Puoi vedere gli strumenti nascosti cliccando sul bottone con la doppia freccia a destra, in ogni barra degli strumenti ridotta.

---

*Controlla i tuoi risultati*

### 2.1.4 What's Next?

Ora hai familiarizzato con le basi dell'interfaccia di QGIS, nella prossima lezione vedremo come caricare alcuni tipi comuni di dati.

## 2.2 Lesson: Aggiungere i primi layer

Lanceremo l'applicazione, e creeremo una mappa di base da usare per gli esempi e gli esercizi.

**Obiettivo di questa lezione:** Iniziare con una mappa di esempio.

---

**Nota:** Prima di iniziare l'esercizio, QGIS deve essere installato sul tuo computer. Inoltre, dovresti aver scaricato i *dati di esempio* da utilizzare.

---

Lanciare QGIS dalla scorciatoia sul desktop, menu, ecc., dipende da come hai configurato l'installazione.

---

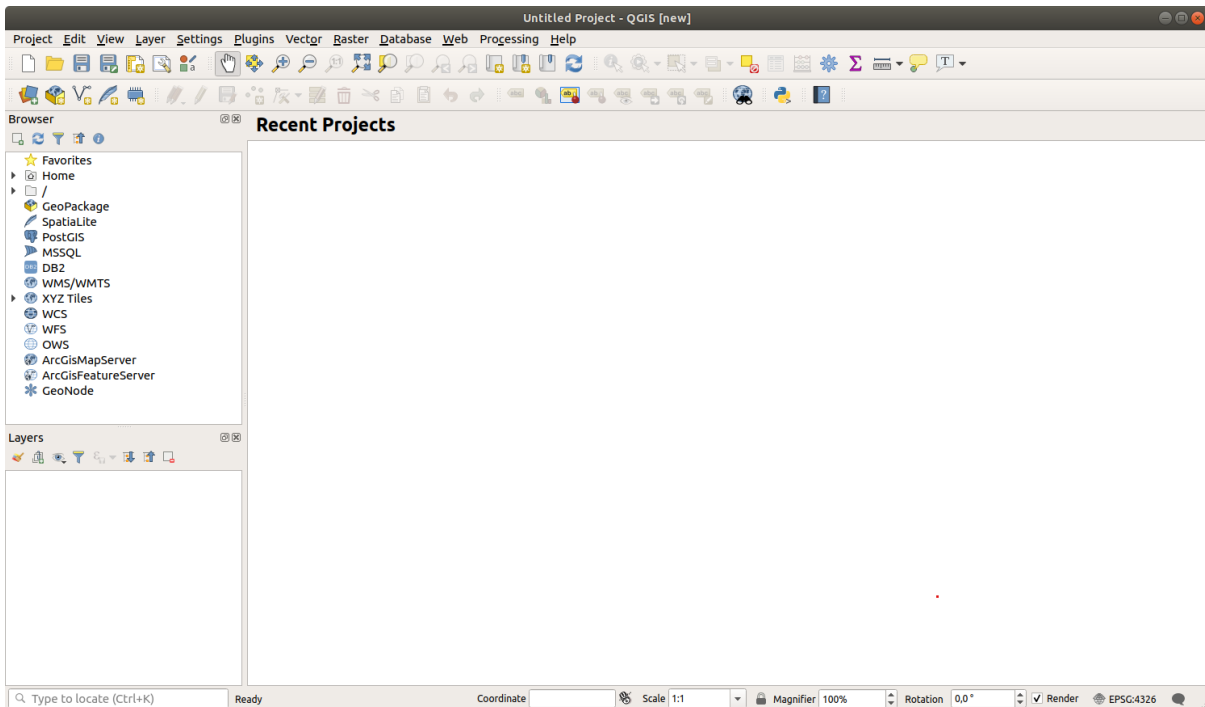
**Nota:** Le immagini dello schermo per questo corso sono state ricavate con QGIS 3.4 in esecuzione su Linux. A seconda della tua configurazione, lo schermo potrebbe apparire differente. Comunque, gli stessi pulsanti sono ancora disponibili, e le istruzioni funzioneranno su ogni sistema operativo. Dovresti ricorrere a QGIS 3.4 (l'ultima versione al momento della redazione) per usare questo corso.

---

Iniziamo!

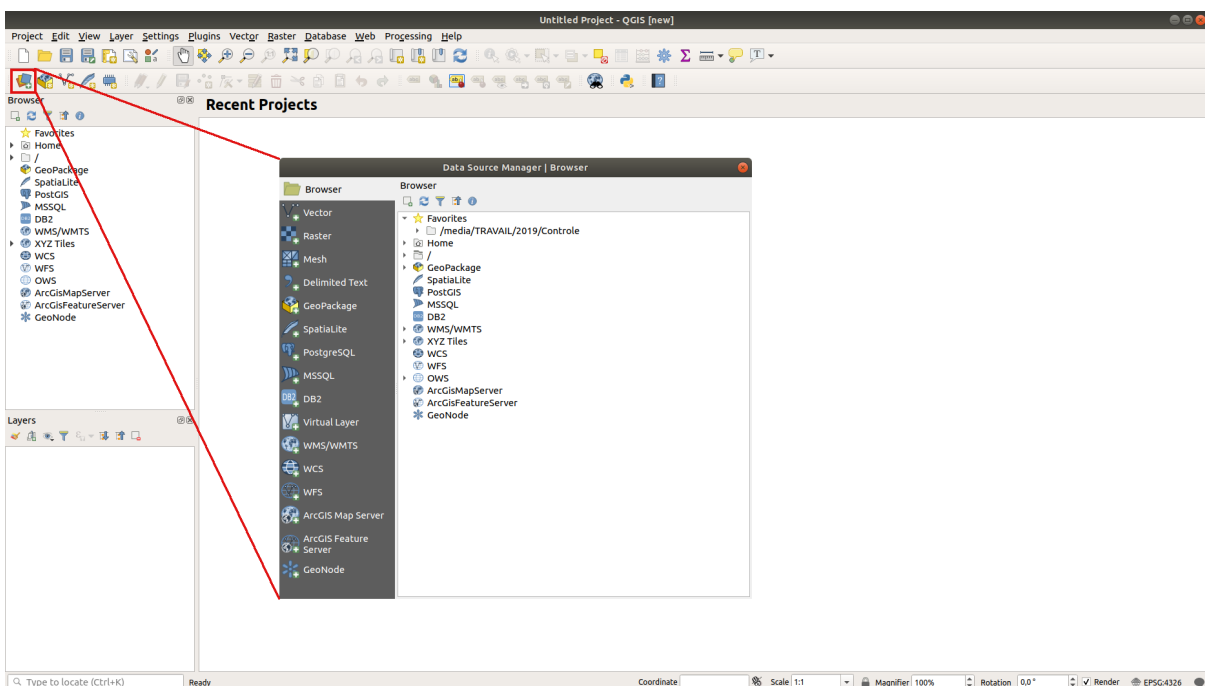
## 2.2.1 Follow Along: Preparare una mappa

1. Aprire QGIS. Dovresti avere una nuova mappa in bianco.




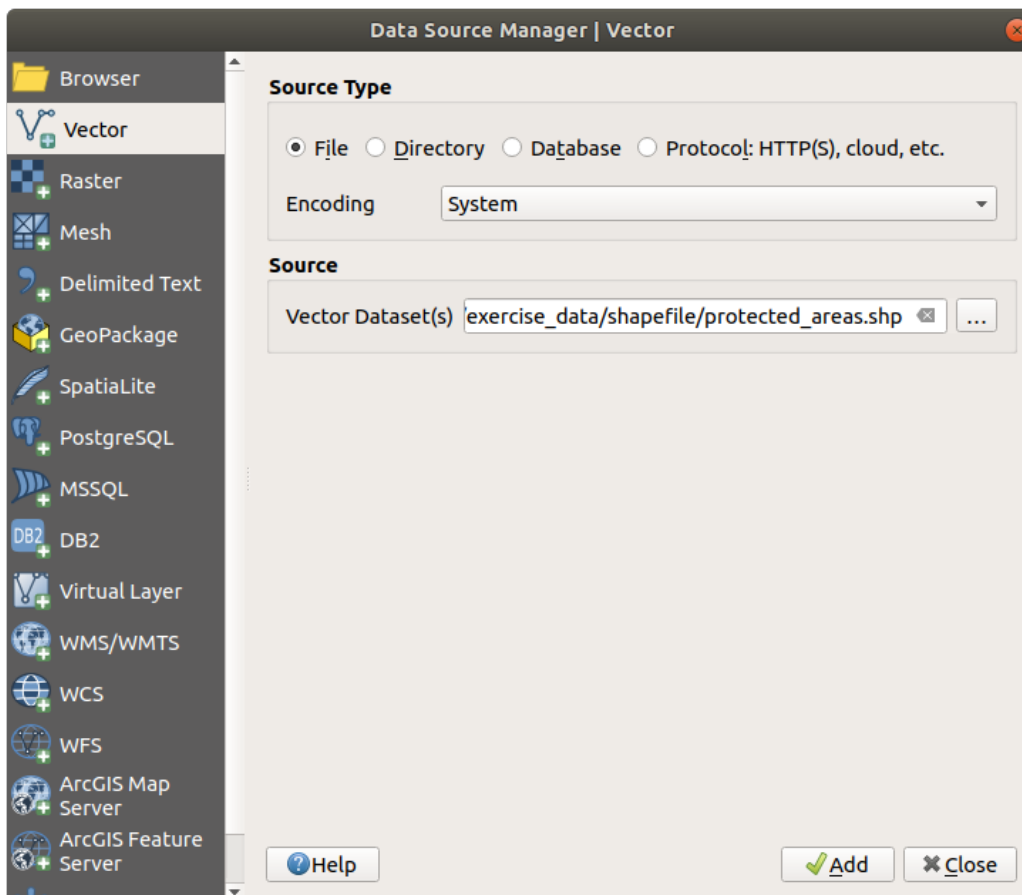
2. Il *Gestore delle Sorgenti dati* permette di scegliere i dati da caricare in dipendenza del tipo di dati. Lo useremo per caricare il nostro dataset: clicca il pulsante  Apri Gestore delle Sorgenti dati.

Se non vedi l'icona, controlla che la barra strumenti *Gestione della sorgente dati* sia abilitata nel menu *Impostazioni* > *Barre degli strumenti*.




3. Carica il dataset vettoriale `protected_areas.shp`:

1. Clicca sulla scheda *Vector*.
2. Abilita il tipo di sorgente  *File*.
3. Premi il pulsante ... vicino a *Dataset Vettoriale*.
4. Selezione il file `exercise_data/shapefile/protected_areas.shp` nella tua cartella degli esercizi.
5. Clicca *Apri*. Vedrai la finestra originale, con il percorso del file compilato.

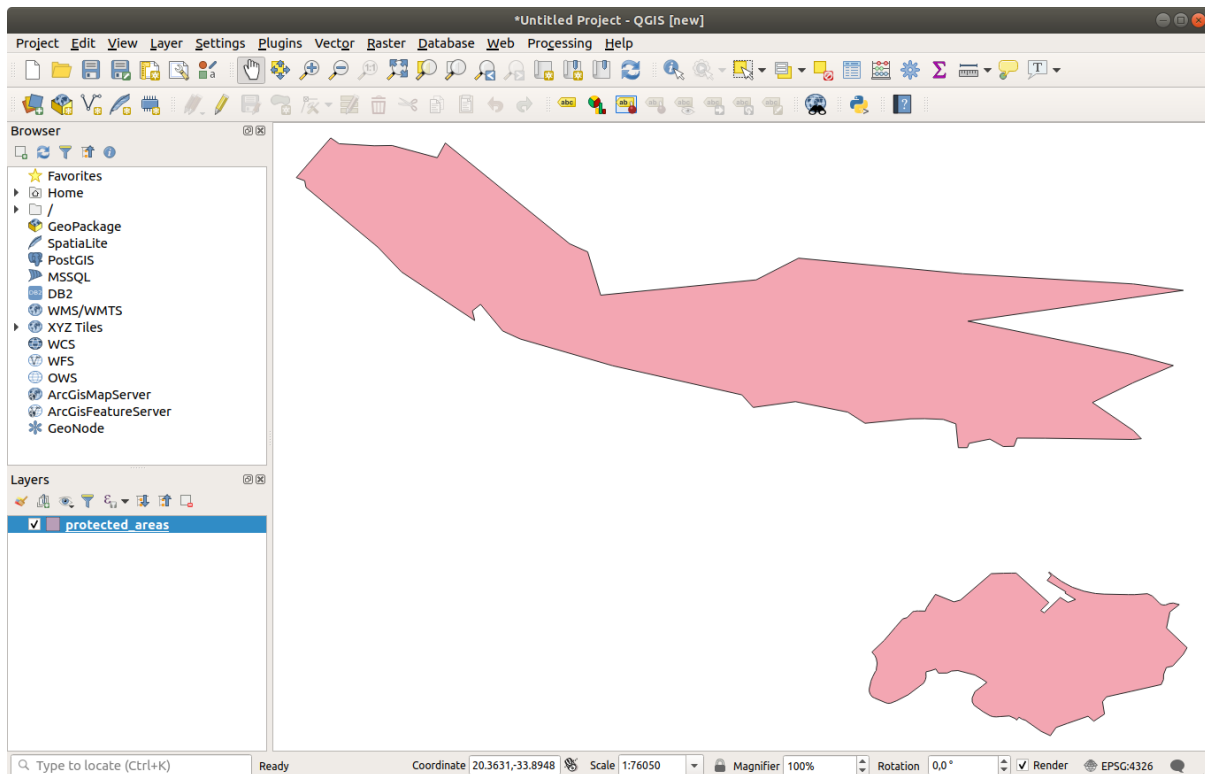


6. Qui clicca *Aggiungi*. I dati che hai indicato saranno caricati: potrai vedere un elemento `protected_areas` nel pannello *Layer* (in basso a sinistra) con i suoi elementi visibili nell'area mappa principale.

Congratulazioni! Ora hai una mappa di base. Ora è un buon momento per salvare il tuo lavoro.

1. Clicca sul pulsante *Salva come* 
2. Salva la mappa in una cartella `solution` vicino alla cartella `exercise_data` e chiamala `basic_map.qgz`.





## 2.2.2 |base| Try Yourself

Ripeti i passi precedenti per aggiungere alla mappa i vettori `places.shp` e `rivers.shp` dalla stessa cartella (`exercise_data/shapefile`).



*Controllo i tuoi risultati*

## 2.2.3 Follow Along: Caricare dati vettoriali da un database GeoPackage

I database permettono di immagazzinare un gran volume di dati fra loro associati in un solo file. Potresti già conoscere sistemi di gestione dei database (DBMS) come Libreoffice Base o MS Access. Anche le applicazioni GIS possono far uso di database. DBMS specifici per GIS (come PostGIS) hanno funzioni aggiuntive, perché hanno bisogno di gestire dati spaziali.

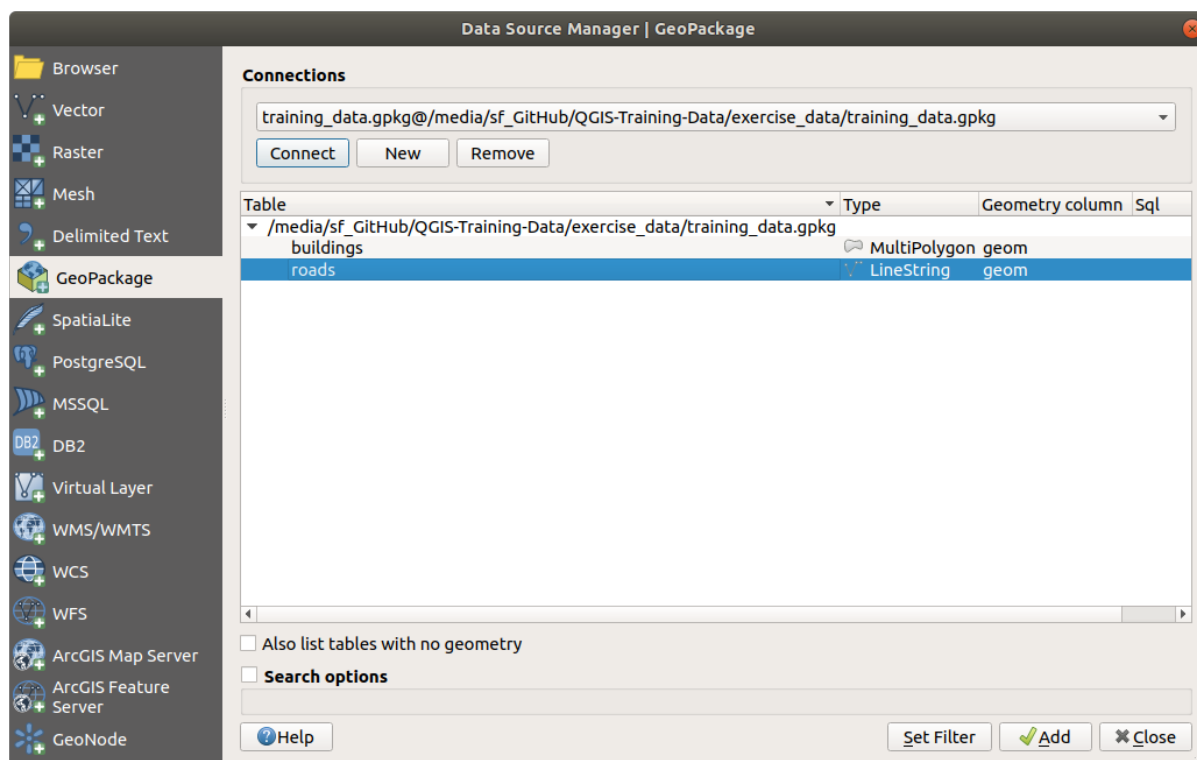
Il formato aperto [GeoPackage](#) è un contenitore che permette di immagazzinare dati GIS (vettori) in un singolo file. Al contrario del formato ESRI Shapefile (p.e. il dataset `protected_areas.shp` caricato poco fa) un singolo file GeoPackage può contenere dati diversi (sia vettoriali che raster) in diversi sistemi di coordinate, sia tabelle di informazioni spaziali; tutte queste caratteristiche permettono di condividere i dati facilmente evitando duplicazioni.

Per caricare un vettore da un GeoPackage, è prima necessario creare la connessione con esso:

1. Clicca il pulsante  Apri Gestore sorgente dati.
2. Sulla sinistra clicca sulla scheda  `GeoPackage`.
3. Clicca sul pulsante *Nuovo* e cerca il file `training_data.gpkg` nella cartella `exercise_data` precedentemente scaricata.
4. Seleziona il file e premi *Apri*. Il percorso del file viene aggiunto alla lista delle connessioni Geopackage, ed appare nel menu a scomparsa.

È ora possibile aggiungere a QGIS qualunque vettore da questo GeoPackage.

1. Clicca sul pulsante *Connetti*. Nella parte centrale della finestra dovresti vedere la lista di tutti i vettori contenuti nel file GeoPackage.
2. Seleziona il vettore *roads* e clicca sul pulsante *Aggiungi*.



Un vettore *roads* viene aggiunto al pannello *Layer* con gli elementi visibili nell'area mappa.



3. Clicca su *Chiudi*.


Congratulazioni! Hai caricato il primo vettore da un GeoPackage.

### 2.2.4 Follow Along: Caricare dati vettoriali da un database SpatiaLite Database con il browser

QGIS dà accesso a molti altri formati di database. Come GeoPackage, il formato database SpatiaLite è un'estensione della libreria SQLite. L'aggiunta di un vettore da un fornitore SpatiaLite segue le stesse regole sopra descritte: Creare una connessione → Abilitarla → Aggiungere i(l) layer.

Questo è uno dei modi per aggiungere dati SpatiaLite alla tua mappa, esaminiamo un altro potente metodo per aggiungere dati: il *Browser*.


1. Clicca sull'icona  per aprire la finestra del *Gestore delle sorgenti dati*.
2. Clicca sulla scheda  *Browser*.
3. In questa scheda puoi vedere sia i dischi dati connessi al tuo computer sia elementi per molte delle schede a sinistra. Questo permette un accesso rapido ai database connessi o alle cartelle.


Per esempio, clicca sull'icona a scomparsa vicino all'elemento  *GeoPackage*. Vedrai il file `training-data.gpkg` precedentemente connesso (ed i suoi vettori, se espanso).

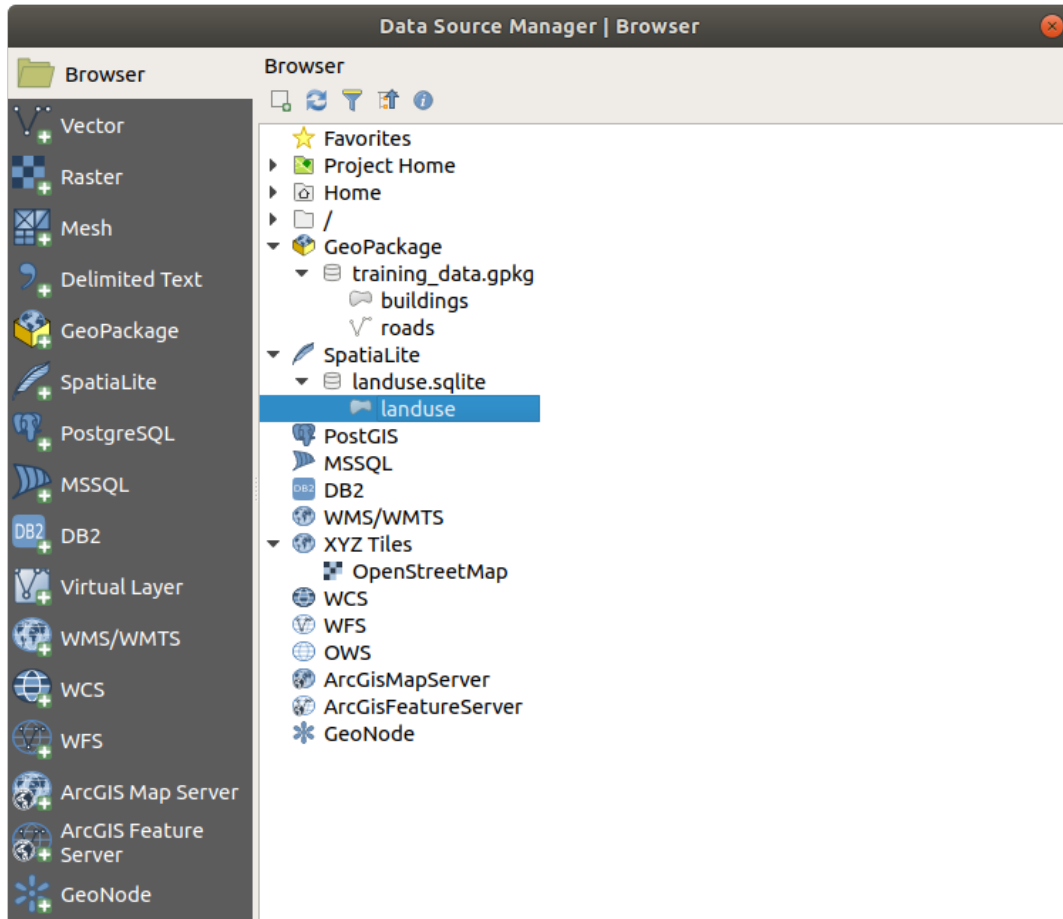
4. Clicca col tasto destro  *SpatiaLite* e seleziona *Nuova connessione...*

5. Esplora fino alla cartella `exercise_data`, seleziona il file `landuse.sqlite` e clicca *Apri*.

Nota che è stato aggiunto l'elemento  `landuse.sqlite` sotto *SpatiaLite*.

6. Espandi l'elemento  `landuse.sqlite`.

7. Fai doppio click sul vettore  `landuse` o seleziona e trascina il vettore sull'area mappa. Un nuovo vettore è aggiunto al pannello ed i suoi elementi sono mostrati sull'area mappa.




---

**Suggerimento:** Abilita il pannello *Browser* in *Impostazioni* [\[?\]](#) *Pannelli* [\[?\]](#) ed usalo per aggiungere i tuoi dati. È una scorciatoia per la scheda *Gestore sorgente dati* [\[?\]](#) *Browser*, con le stesse funzionalità.

---

**Nota:** Ricorda di salvare spesso il tuo progetto! Il file del progetto non nessun dato, ma ricorda quali vettori sono stati caricati nella mappa.

---

### 2.2.5 Caricare altri dati vettoriali

Carica i seguenti dataset dalla cartella `exercise_data` nella mappa usando alcuni dei metodi appena visti:

- *buildings*
- *water*

*Controllo i tuoi risultati*

### 2.2.6 Riordinare i vettori

I vettori nella lista Layer sono disegnati sulla mappa in un determinato ordine. Il vettore in fondo alla lista è disegnato per primo, e quello in cima per ultimo. Cambiando l'ordine nella lista, cambia l'ordine con cui sono disegnati.

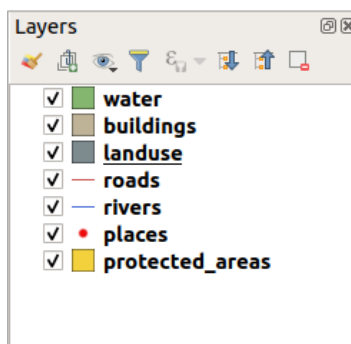
---

**Nota:** Puoi modificare questo comportamento usando il checkbox *Control rendering order* sotto il pannello *Layer Order*. Comunque per il momento non vedremo questa funzione.

---

In questo momento l'ordine con cui i vettori sono caricati sulla mappa probabilmente non è logico. È possibile che il vettore *roads* sia completamente nascosto da altri vettori sopra di esso.

Per esempio, questo ordine dei vettori...



... risulta in *roads* e *places* nascosti perché finiscono *sotto* i poligoni del vettore *landuse*.

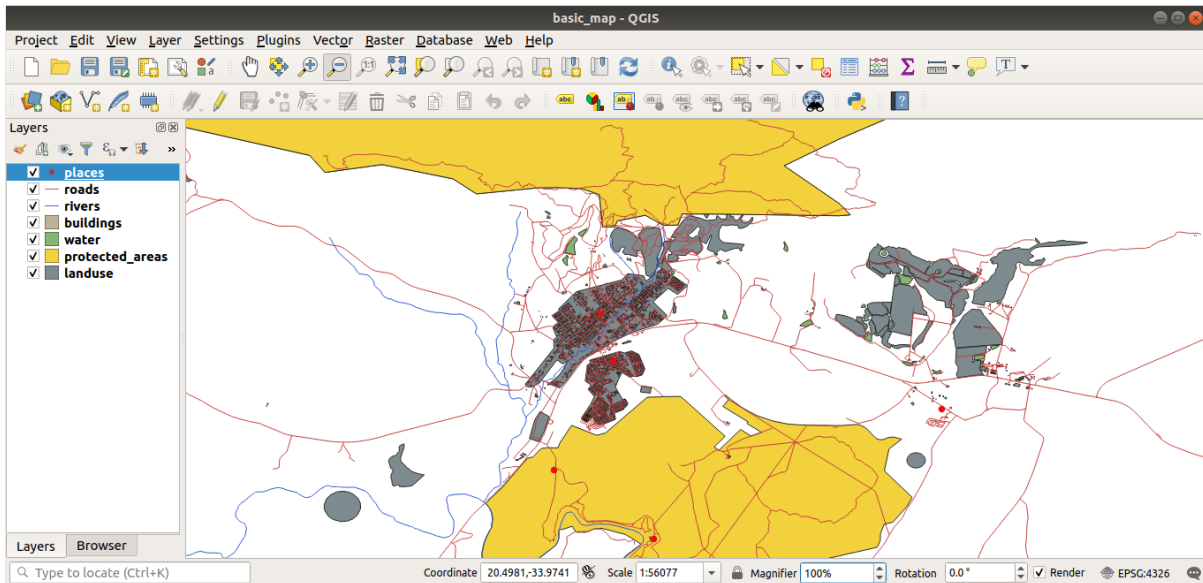
Per risolvere il problema:

1. Clicca e trascina un vettore nella lista Layer.
2. Riordinali per ottenere questo:

Vedrai che la mappa ora visualmente avrà più senso, con *roads* e *buildings* visibili sopra le regione *landuse*.

### 2.2.7 In Conclusion

Ora sono stati aggiunti i vettori necessari da diverse sorgenti ed è stata creata la mappa di base!



## 2.2.8 What's Next?

Ora si è familiari con le funzioni base del pulsante *Apri Gestore sorgenti dati*, e tutti gli altri? Come opera questa interfaccia? Prima di proseguire, vediamo alcune interazioni base dell'interfaccia QGIS. Questo è l'argomento della prossima lezione.

## 2.3 Lesson: Navigare l'area della mappa

Questa sezione si concentra sugli strumenti di navigazione base di QGIS utilizzati per navigare l'area della mappa. Questi strumenti permetteranno di esplorare in modo visuale i vettori a diverse scale.


**L'obiettivo di questa lezione:** Imparare ad utilizzare gli strumenti Sposta e Zoom all'interno di QGIS e conoscere la scala della mappa.

### 2.3.1 Follow Along: Strumenti di navigazione di base


Prima di imparare come navigare all'interno dell'area mappa, aggiungiamo alcuni vettori da esplorare durante questa esercitazione.

1. Aprire un nuovo progetto vuoto usando i passi già visti in *Creare una mappa*, caricare nel progetto i vettori già visti *protected\_areas*, *roads* e *buildings*. il risultato dovrebbe essere simile a a quello in *Fig. 2.1* riportato di seguito (i colori non hanno importanza):

Vediamo prima come usare lo strumento Sposta.

1. Nella *Barra navigazione mappa*, assicurati che il pulsante  *Sposta Mappa* sia attivato.
2. Muovi il mouse al centro dell'area mappa.
3. Clicca e tenendo premuto, trascina il mouse in ogni direzione per spostare la mappa.

Poi, ingrandiamo per avere una visione ravvicinata di quello che abbiamo importato.

1. Nella *Barra navigazione mappa*, clicca sul pulsante  *Ingrandisci*.
2. Muovi il mouse all'angolo superiore sinistro dell'area dove c'è la densità maggiore di edifici e strade.
3. Clicca col pulsante sinistro e tieni premuto.

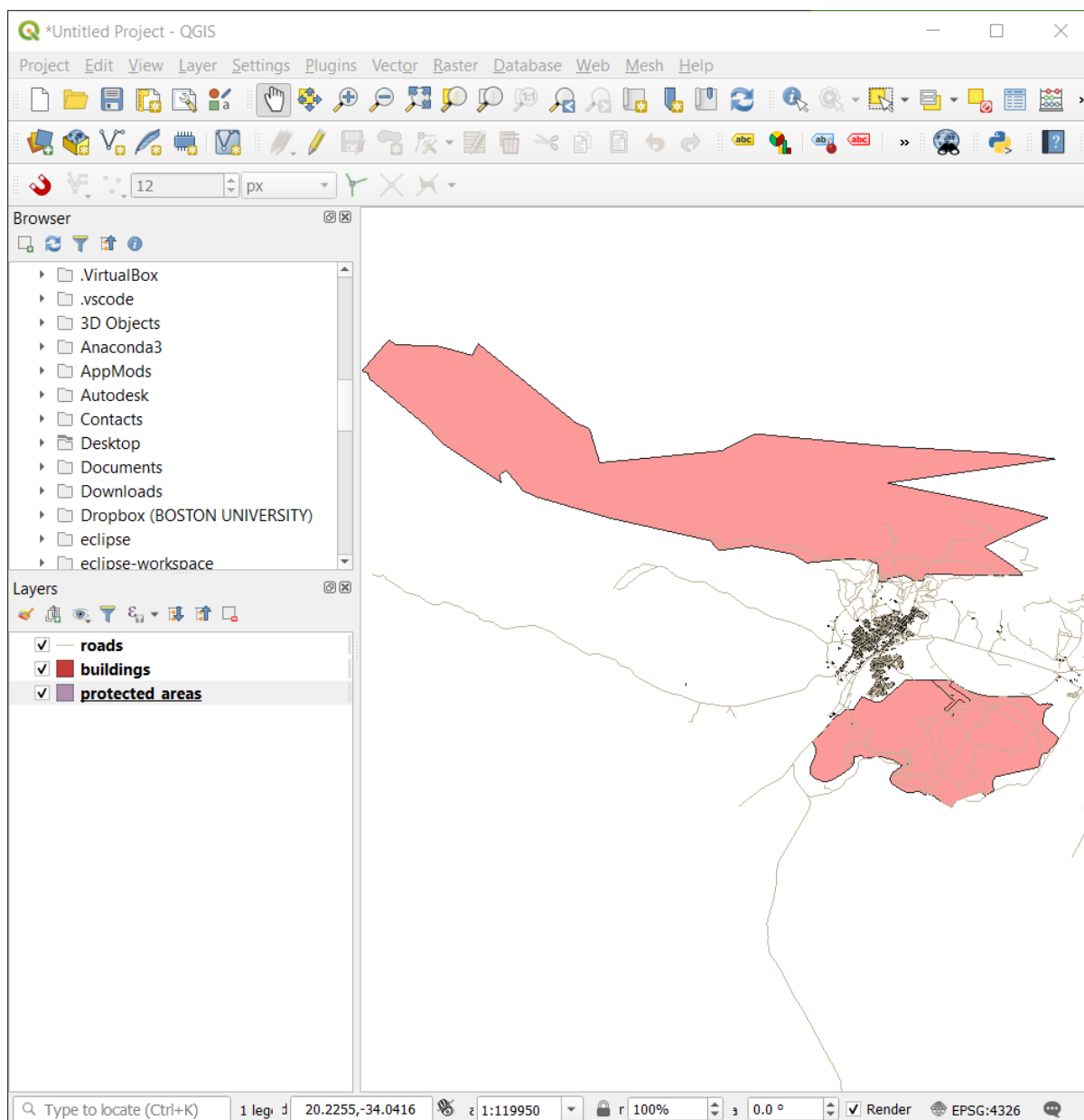


Fig. 2.1: Aggiunti areas, roads, e buildings

4. Sposta il mouse, che formerà un rettangolo, e copri l'area densa di edifici e strade (*Ingrandisci*).

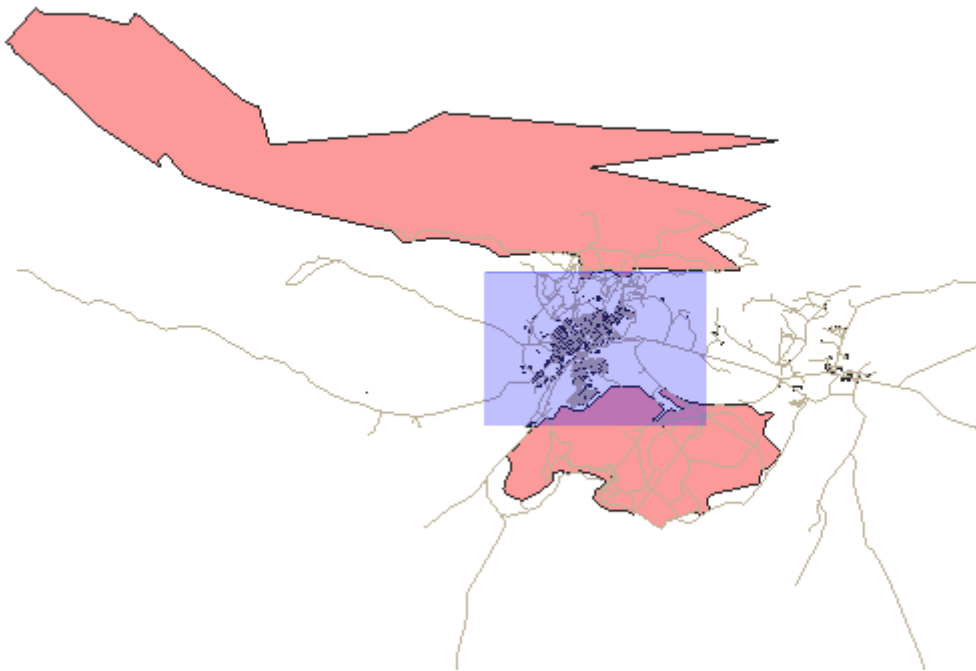




Fig. 2.2: Ingrandisci

5. Rilascia il pulsante del mouse. Questo ingrandirà l'area selezionata con il rettangolo.
6. Per rimpicciolire, seleziona il pulsante  Rimpicciolisci ed esegui la stessa azione fatta per ingrandire.

QGIS salva nello storico le azioni di spostamento, ingrandimento e rimpicciolisci. Questo permette di tornare ad una visualizzazione precedente.

1. Nella *Barra navigazione mappa*, clicca sul pulsante  Zoom Precedente per tornare alla visualizzazione precedente.
2. Clicca sul pulsante  Zoom Successivo per andare avanti nello storico.

A volte dopo aver esplorato i dati, è necessario reinizializzare la visualizzazione per l'estensione di tutti i vettori. Invece di provare a Rimpicciolire più volte, QGIS mette a disposizione un pulsante per questa azione.

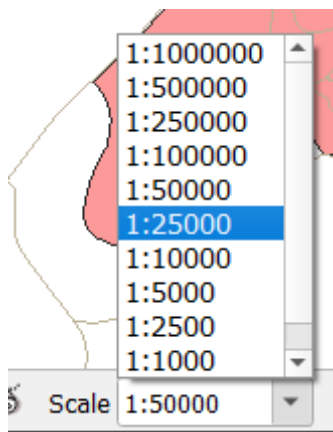
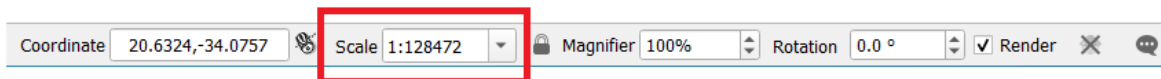
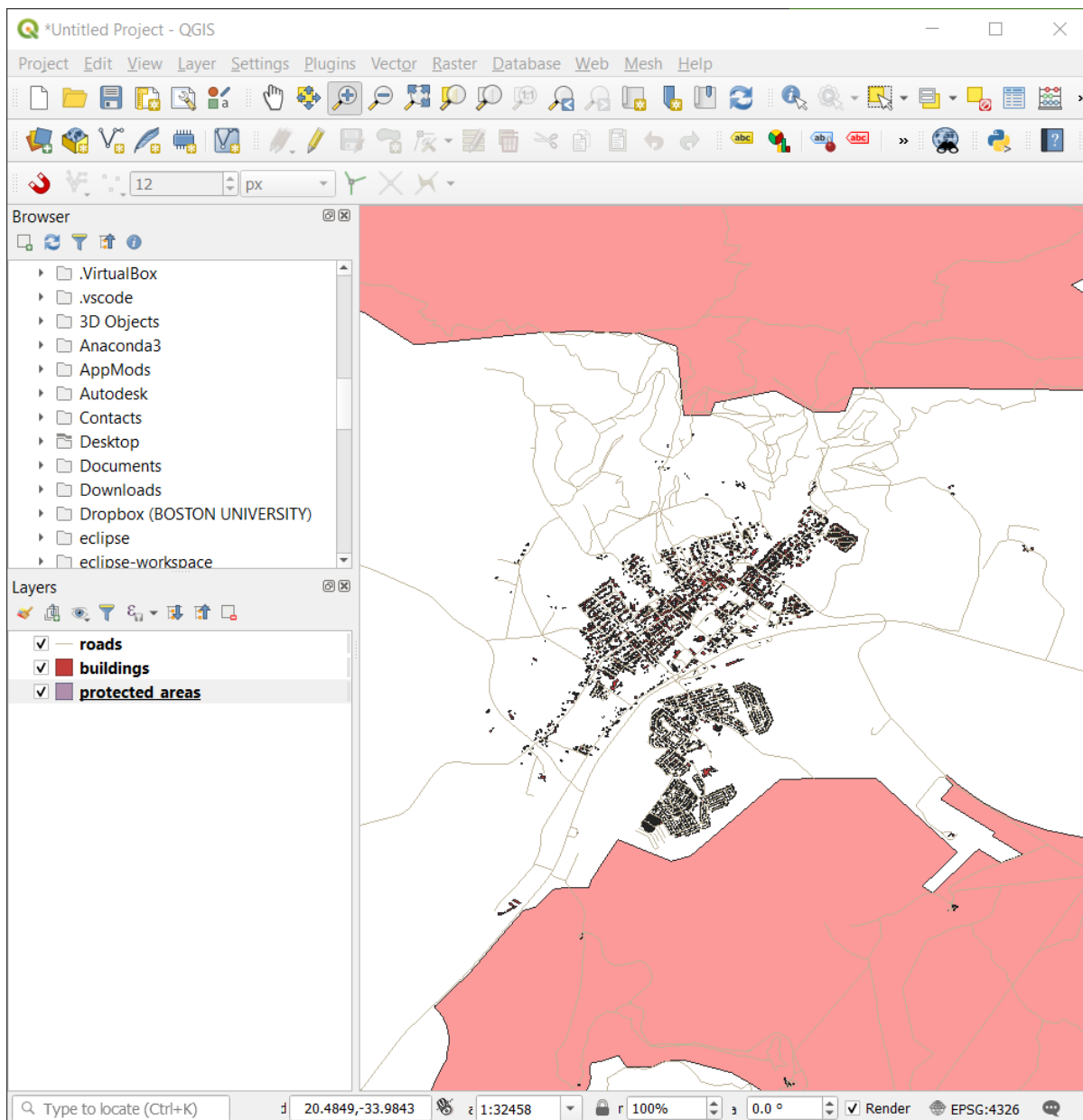
1. Clicca sul pulsante  Zoom Completo.

Quando ingrandisci e rimpicciolisci, nota che il valore *Scale* nella Barra di stato cambia. Il valore *Scale* rappresenta la scala della mappa. In generale, il numero a destra di : rappresenta quante volte l'oggetto che stai vedendo nell'area mappa è più piccolo dell'oggetto reale.

Puoi anche usare questo campo per impostare manualmente la Scala della mappa.

1. Nella Barra di stato, clicca sul testo *Scala*.
2. Scrivi 50000 e premi *Invio*. Questo ridisegnerà gli elementi nell'area della mappa secondo la scala che hai impostato.
3. In alternativa, clicca sulla freccia del campo *Scale* per vedere le scale predefinite.
4. Seleziona 1:5000. Questo aggiornerà la scala della mappa nell'area mappa.

Ora conosci le basi della navigazione dell'area mappa. Consulta il Manuale Utente in Zoom e Pan per imparare metodi alternativi di navigare l'area mappa.





## 2.3.2 In Conclusion

Conoscere come navigare l'area mappa è importante, permette di esplorare ed esaminare visualmente i vettori. Questo dovrebbe essere fatto per un'esplorazione iniziale dei dati, o per verificare il risultato di un'analisi spaziale.

## 2.4 Lesson: Simbologia

La simbologia di un vettore è il suo aspetto visuale sulla mappa. La forza del GIS rispetto ad altri modi di rappresentare dati con aspetti spaziali è che con il GIS si ha una rappresentazione visuale dinamica dei dati con cui si sta lavorando.

Quindi, l'aspetto visuale della mappa (che dipende dalla simbologia dei singoli vettori) è molto importante. L'utente finale delle mappe che si producono deve essere in grado di capire semplicemente cosa la mappa rappresenti. È inoltre molto importante poter essere in grado di esplorare i dati con cui si sta lavorando, ed una buona simbologia aiuta molto.

In altre parole, avere una buona simbologia non è un lusso. Infatti, è essenziale utilizzare il GIS in maniera adeguata e produrre mappe ed informazioni che gli utenti siano in grado di utilizzare.

**Obiettivo di questa lezione:** Essere in grado di creare qualsiasi simbologia si voglia per qualsiasi vettore.

### 2.4.1 Follow Along: Cambiare i colori

Per cambiare la simbologia di un vettore, aprire la sua *Proprietà vettore*. Iniziamo cambiando il colore del vettore *landuse*.

1. Nella lista vettori clicca col tasto destro sul vettore *landuse*.
2. Seleziona l'elemento *Proprietà...* nel menu che appare.


---

**Nota:** Per definizione, è possibile accedere alle proprietà del vettore tramite doppio click sul vettore nella lista dei vettori.


---

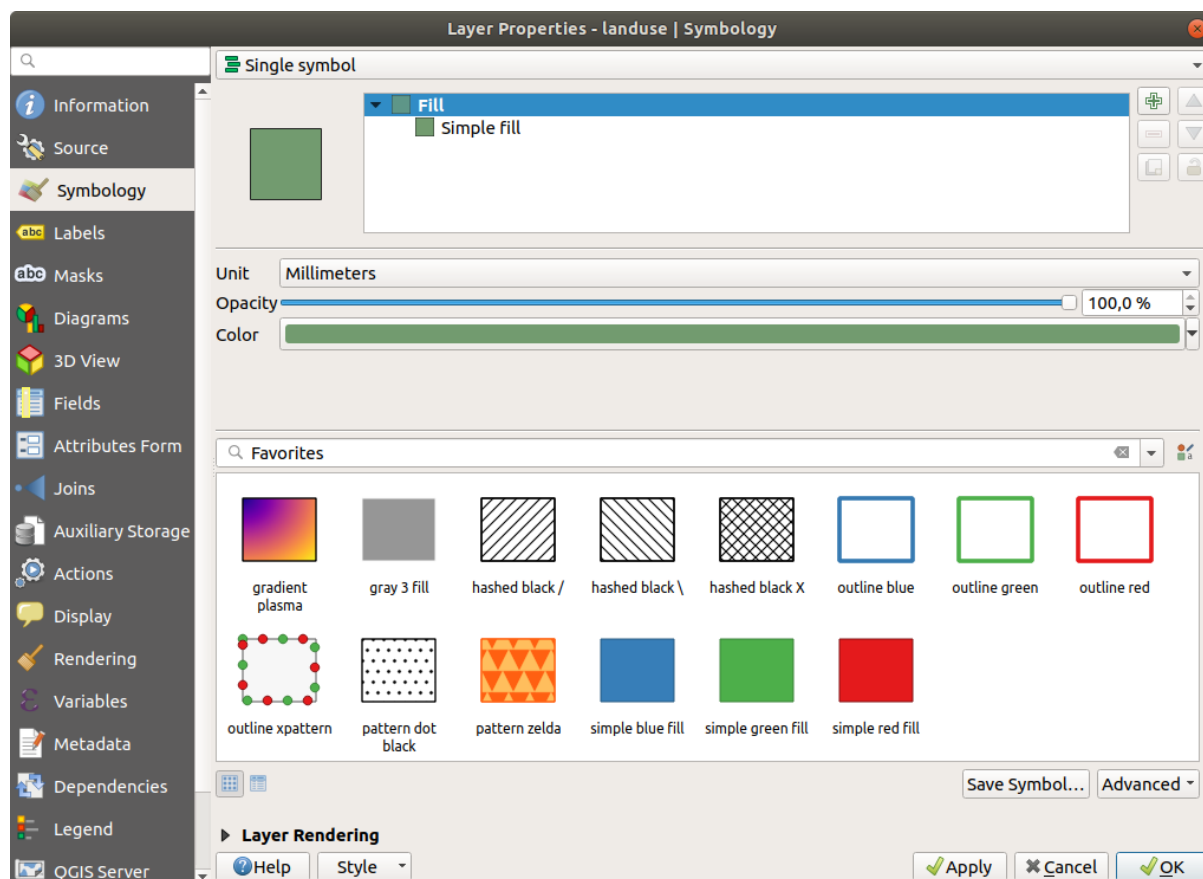


---

**Suggerimento:** Il pulsante  all'inizio del pannello *Layer* apre il pannello *Stile layer*. Puoi usare questo pannello per cambiare alcune proprietà del vettore: le modifiche vengono applicate immediatamente!

---

3. Nella finestra *Proprietà vettore*, seleziona la scheda  *Simbologia*:
4. Clicca il pulsante di selezione colore vicino all'etichetta *Colore*. Apparirà una finestra di selezione colore standard.
5. Selezionare un colore grigio e fare click su *OK*.
6. Fare nuovamente click su *OK* nella finestra *Proprietà vettore*, e si vedrà il cambiamento di colore applicato al vettore.




## 2.4.2 Try Yourself

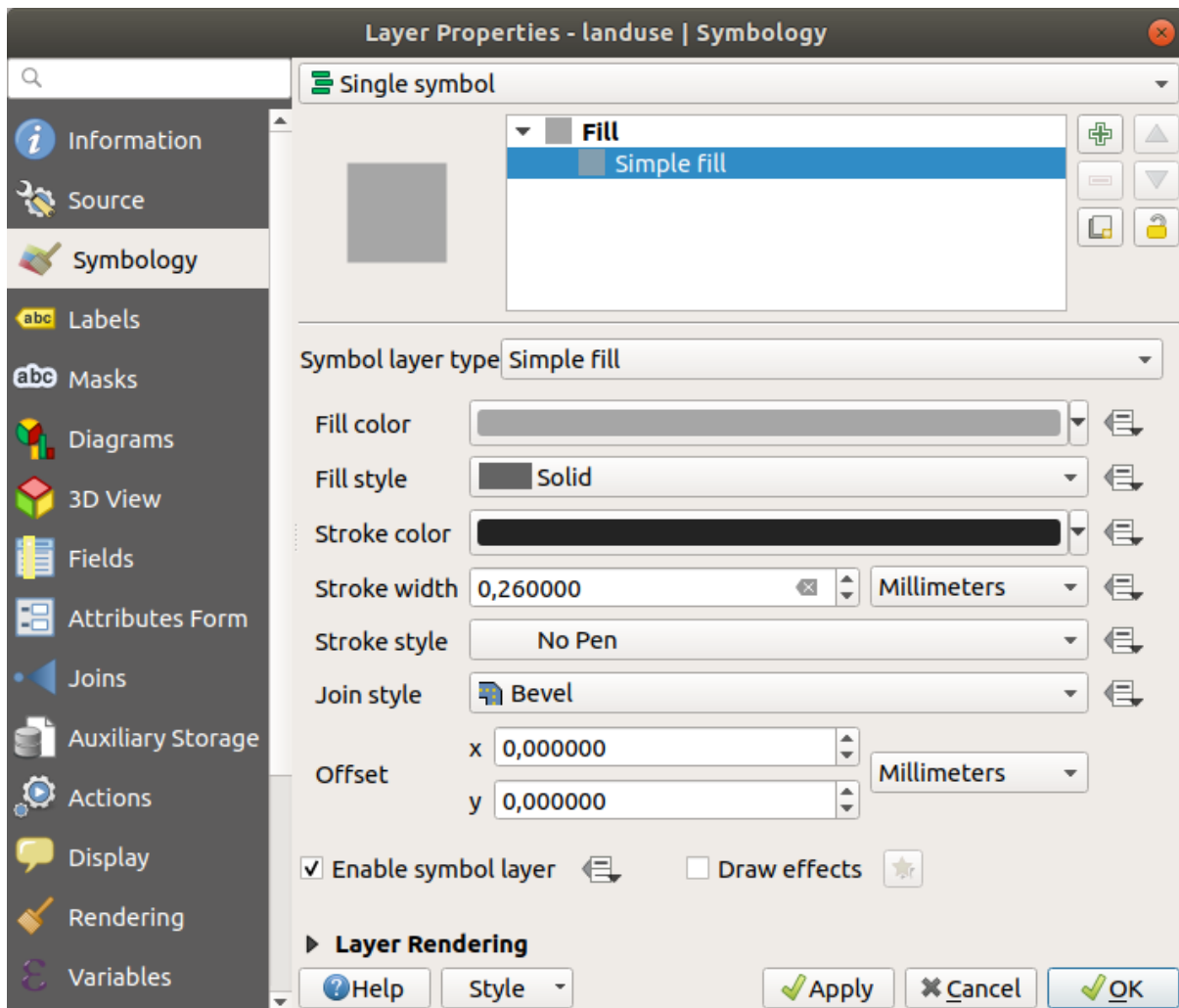
Cambia il colore del vettore *water* in blu tenue. Prova ad usare il pannello *Stile layer* invece del menu *Proprietà vettore*.  
*Controlla i risultati*

## 2.4.3 Follow Along: Cambiare la Struttura del Simbolo

Tutto questo è molto utile, ma la simbologia di un vettore comprende molto di più che il semplice colore. Si vogliono ora eliminare le linee tra differenti aree di uso del suolo in modo da rendere la mappa meno ingombra alla vista.


1. Aprire la finestra *Proprietà vettore* per il vettore *landuse*.  
 Sotto la scheda  *Simbologia*, vedrai lo stesso tipo di finestra. Questa volta, comunque, faremo qualcosa di più di un veloce cambio di colore.
2. Nell'albero simboli del vettore, espandi la lista a scomparsa *Riempimento* e seleziona l'opzione *Riempimento semplice*.
3. Clicca sulla lista a scomparsa *Stile tratto*. Al momento, dovrebbe mostrare una breve linea e le parole *Linea continua*.
4. Cambiarlo con *Nessuna linea*.
5. Clicca *OK*.

Adesso il vettore *landuse* non avrà alcuna linea tra le aree.



## 2.4.4 Try Yourself

- Cambia nuovamente la simbologia del vettore *water* in modo che abbia un contorno blu scuro.
- Cambiare la simbologia del vettore *rivers* per ottenere una rappresentazione ragionevole delle vie d'acqua.

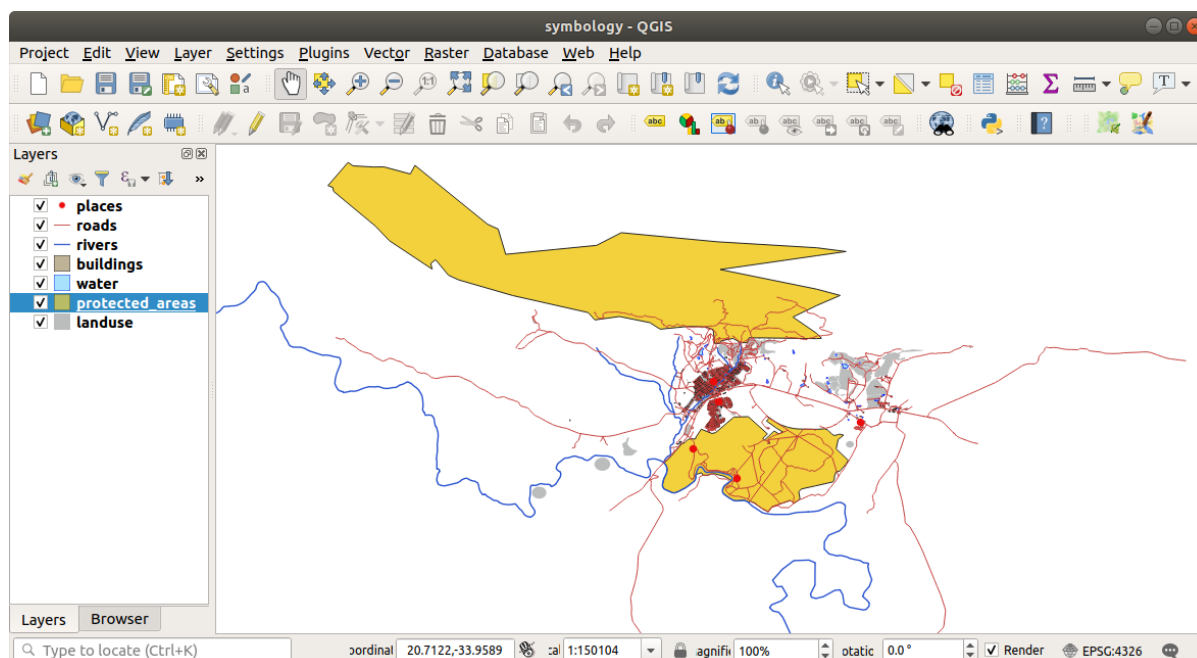
Ricorda: puoi usare il pulsante  Open the Layer Styling panel e vedere tutte le modifiche istantaneamente. Il pannello ti permette anche di annullare singole modifiche modificando la simbologia di un vettore.

*Controlla i risultati*

## 2.4.5 Follow Along: Visibilità Basata sulla Scala


Alcune volte si ha che un vettore non sia adatto per una certa scala. Ad esempio, un insieme di dati di tutti i continenti potrebbe avere poco dettaglio, e non molto accurato a livello di strada. Quando ciò accade, si vorrebbe poter nascondere l'insieme di dati per le scale inappropriate.

Nel nostro caso, possiamo decidere di nascondere gli edifici a scale piccole. Questa mappa, per esempio...



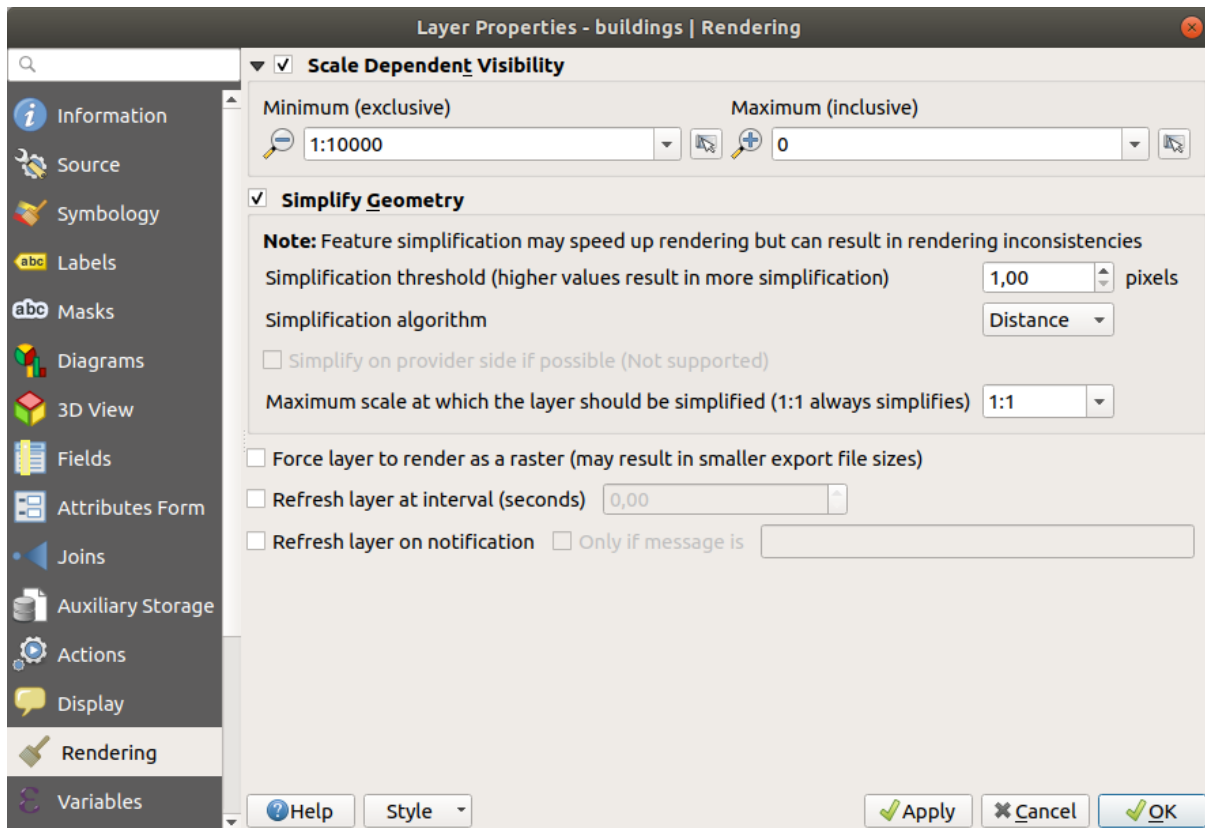
... non è molto utile. Gli edifici sono difficili da distinguere a questa scala.

Per abilitare la visualizzazione basata sulla scala:

1. Aprire la finestra di dialogo *Proprietà vettore* per il vettore *buildings*.
2. Attiva la scheda  *Visualizzazione*.
3. Abilita la visualizzazione dipendente dalla scala nel checkbox chiamato *Visualizzazione Dipendente dalla Scala*:
4. Cambia il valore *Minimo* in 1 : 10000.
5. Clicca *OK*.

Testare gli effetti di questa operazione facendo ingrandendo e rimpicciolendo la mappa, notando quando il vettore *buildings* appare e scompare.

**Nota:** È possibile usare la rotella del mouse per aumentare il livello di zoom. Alternativamente, utilizzare gli strumenti di zoom per fare zoom su una finestra:




## 2.4.6 Follow Along: Aggiungere livelli simbolo

Ora che sai come modificare una semplice simbologia per i tuoi vettori, il passo successivo è creare una simbologia più complessa. QGIS permette di farlo utilizzando i livelli simbolo.

1. Torna al pannello proprietà simboli del vettore *landuse* (cliccando *Riempimento semplice* nell'albero dei simboli del vettore).

In questo esempio, il simbolo corrente non ha bordo (p.e. usa lo stile del bordo *Nessuna linea*).

2. Nell'albero seleziona *Riempimento* e clicca il pulsante  *Add symbol layer*. La finestra cambierà mostrando qualcosa di simile a questo, con un nuovo simbolo aggiunto:

Potrà apparire di colore diverso, per esempio, ma questo sarà cambiato.

Ora c'è un secondo livello di simbolo. Essendo un colore pieno, nasconderà completamente il precedente tipo di simbolo. Inoltre, ha uno stile di bordo *Linea continua*, che non vogliamo. Chiaramente questo simbolo deve essere cambiato.

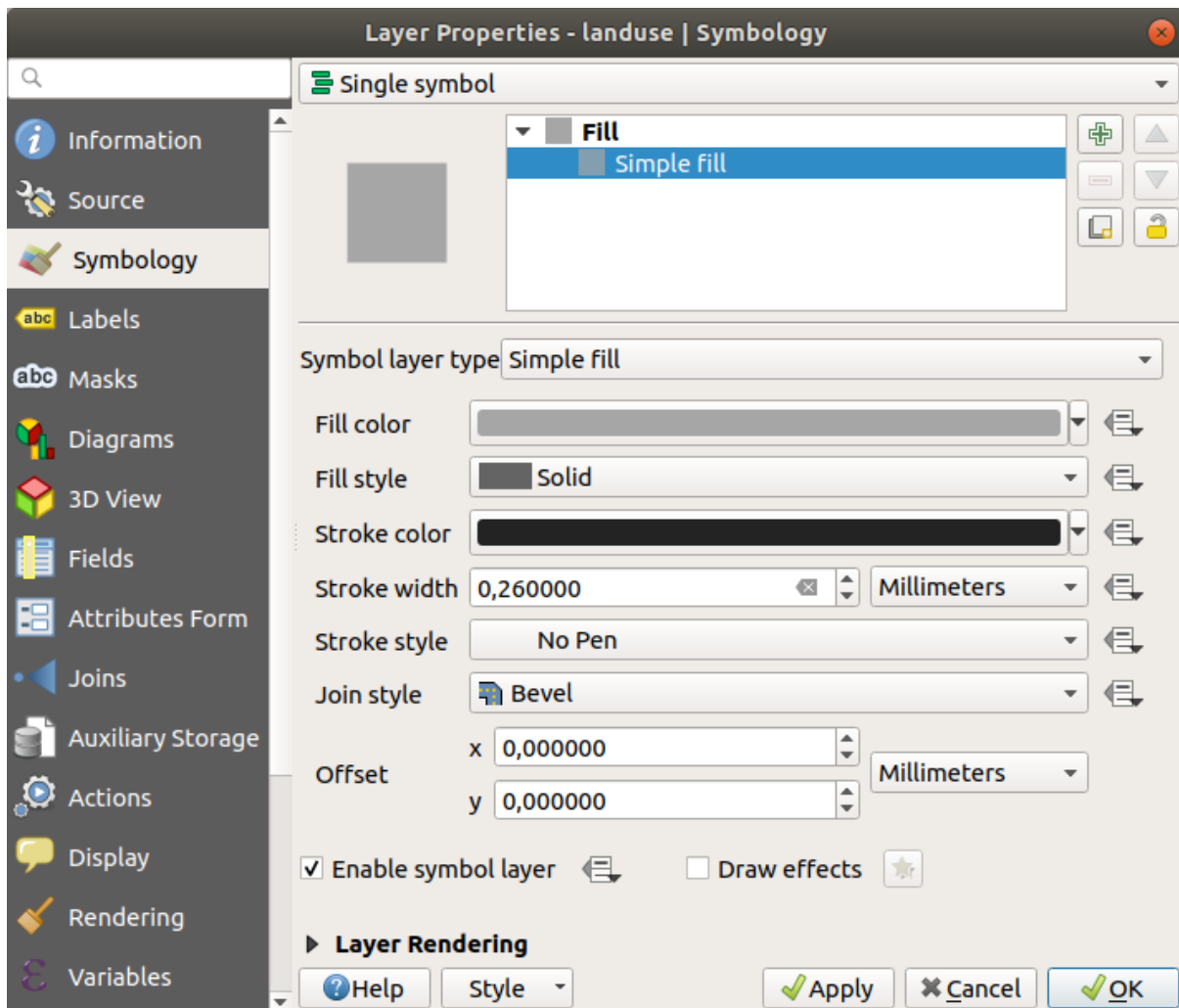
---

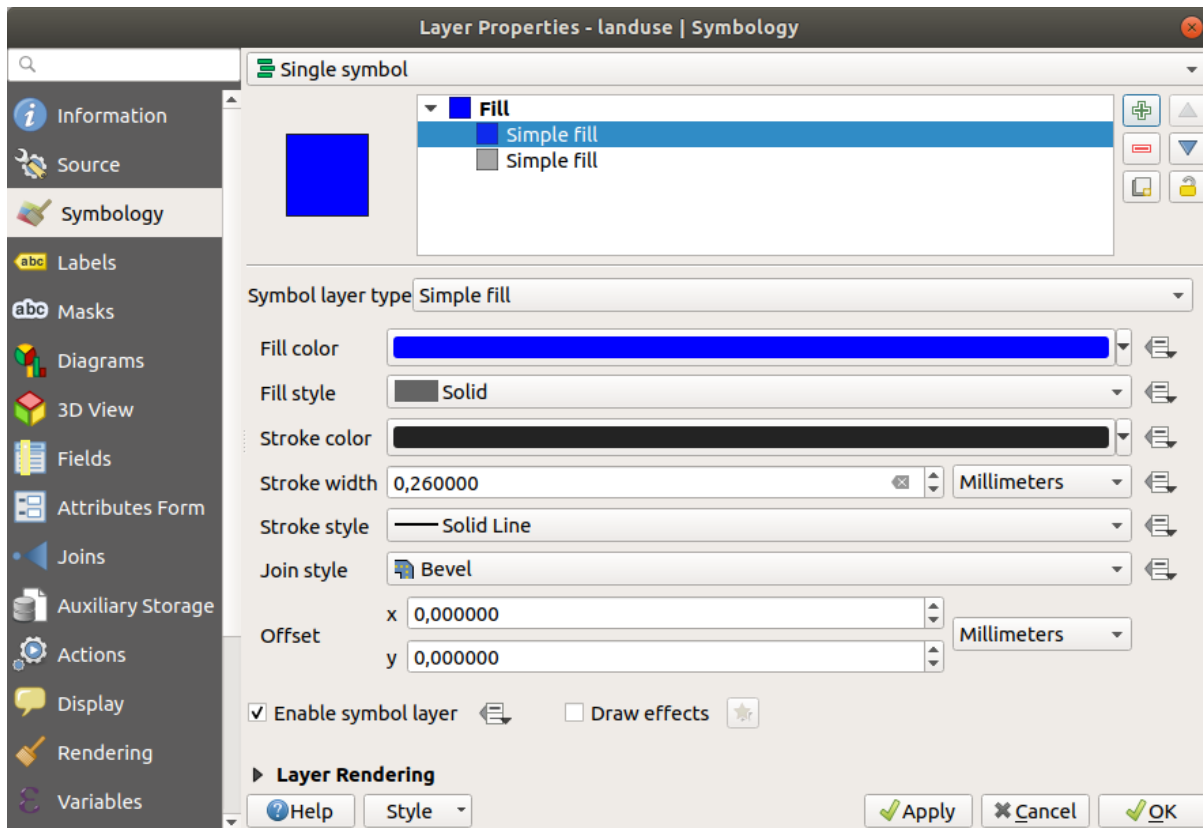
**Nota:** È importante non confondere tra un layer di mappa ed un layer di simbolo. Un layer di mappa è un vettore (o raster) che è stato caricato nella mappa. Un layer di simbolo è parte del simbolo usato per rappresentare il layer di mappa. In questo corso ci si riferisce al layer di mappa semplicemente con vettore, ma un layer di simbolo sarà sempre chiamato livello di simbolo, per evitare confusione.

---

Con il nuovo livello di simbolo *Riempimento semplice* selezionato:

1. Impostare lo stile del bordo a *Nessuna linea*, come prima.





2. Cambia lo stile di riempimento in qualcosa di diverso da *Pieno* o *Vuoto*. Per esempio:
3. Clicca *OK*.

Ora puoi vedere i risultati ed aggiustarli se necessario. Puoi anche aggiungere livelli di simbolo aggiuntivi e creare un tipo di aspetto per il tuo vettore.

È divertente! Ma probabilmente ci sono troppi colori per usarlo in una mappa vera...

## 2.4.7 Try Yourself

Ricordando di zoommare se necessario, crea un aspetto semplice, che non distragga, per il vettore *buildings* utilizzando i metodi descritti.

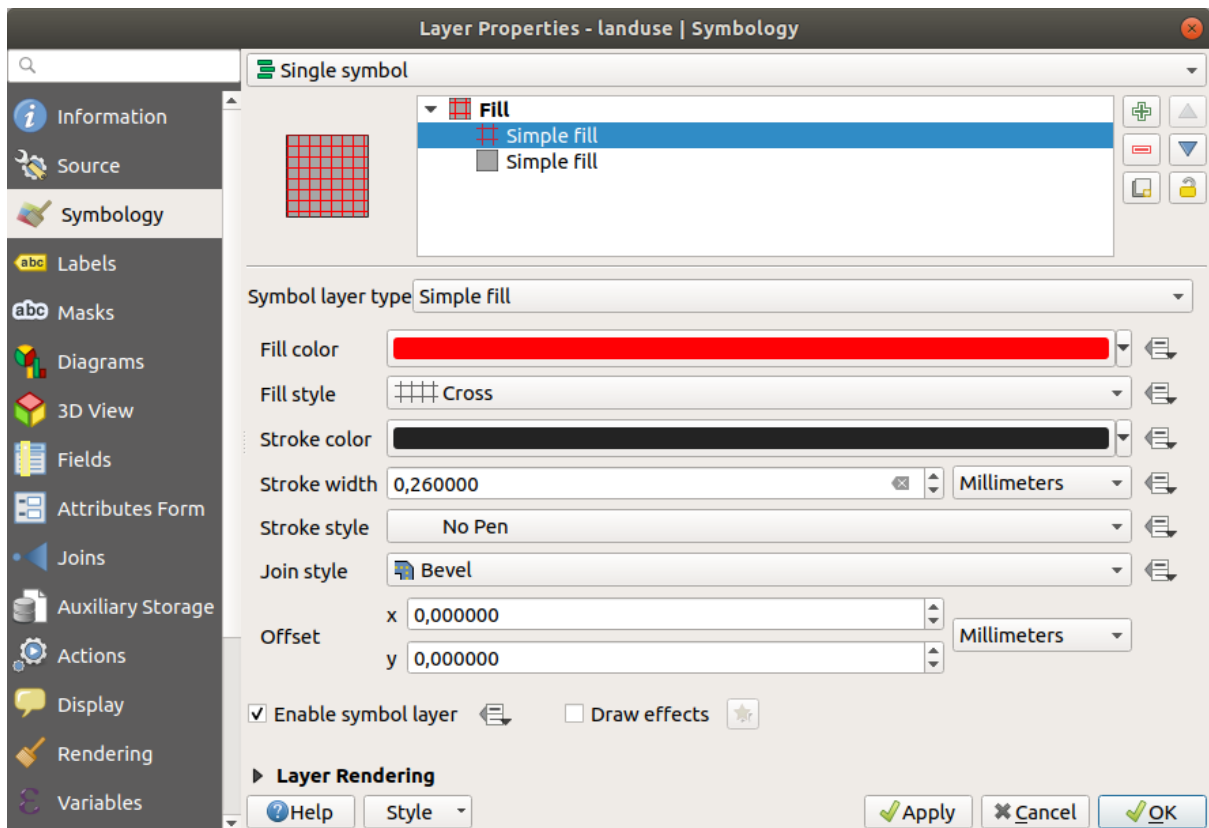
*Controlla i risultati*

## 2.4.8 Follow Along: Ordinare i livelli di simbolo

Quando i livelli di simbolo sono disegnati, sono disegnati in sequenza, in modo simile a come sono disegnati i vettori di mappa. Questo significa che in alcuni casi, avendo molti livelli di simbolo in un unico simbolo, si possono avere risultati inaspettati.

1. Inserire nel vettore *roads* un ulteriore livello di simbolo (usando il metodo mostrato sopra per aggiungere livelli di simbolo).
2. Dare alla linea base uno *Spessore tratto* di 1.5 e un colore nero.
3. Dare al nuovo livello in alto uno spessore di 0.8 e un colore bianco.

Noterai che succede questo:








Bene, le strade ora hanno una simbologia tipo *strada*, ma vedrai che le linee si sovrappongono ad ogni incrocio. Non è quello che vogliamo!

Per evitare che ciò avvenga, puoi ordinare i livelli di simbolo e perciò controllare l'ordine con cui i diversi livelli di simbolo vengono disegnati.

Per cambiare l'ordine dei livelli di simbolo:

1. Seleziona il primo livello *Line* nell'albero dei livelli di simbolo.
2. Clicca su *Avanzato*  *Livelli Simbolo...* nell'angolo in basso a destra della finestra.

Si aprirà una finestra come questa:

3. Abilita il checkbox  *Abilita livelli simbolo*. Poi puoi impostare l'ordine dei livelli di ogni simbolo inserendo il corrispondente numero di livello. 0 è il livello più basso.

Nel nostro caso, vogliamo attivare l'opzione, come questo:

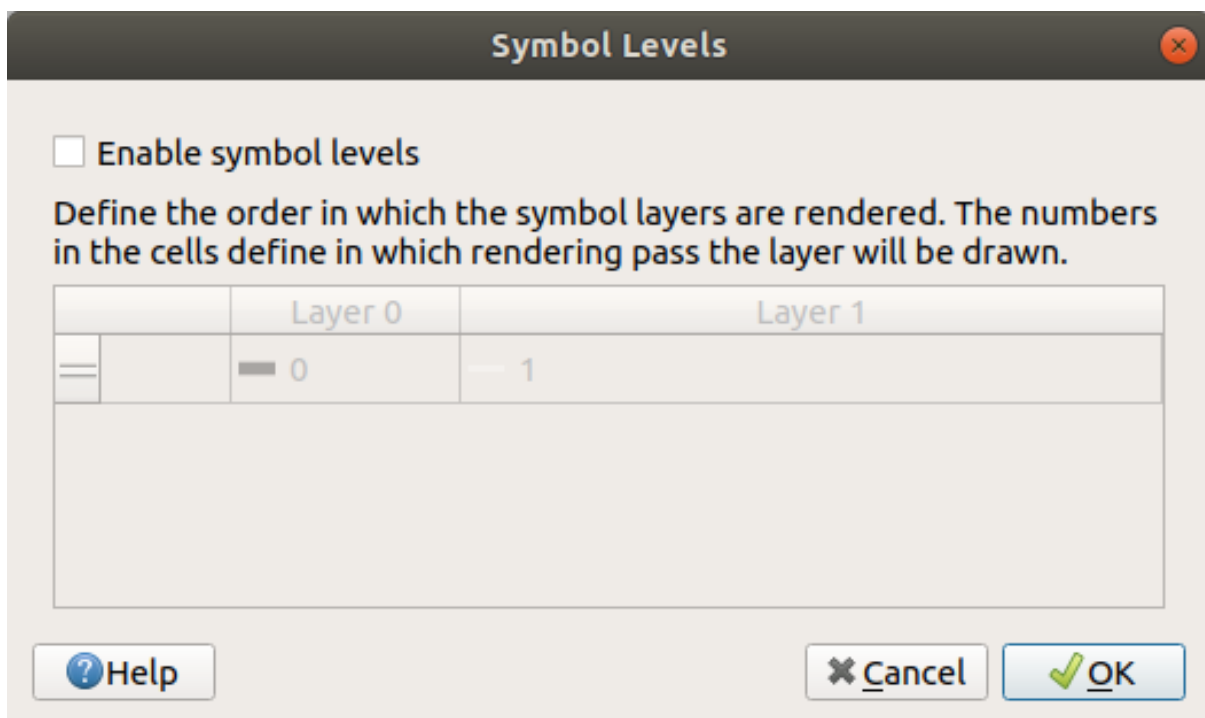
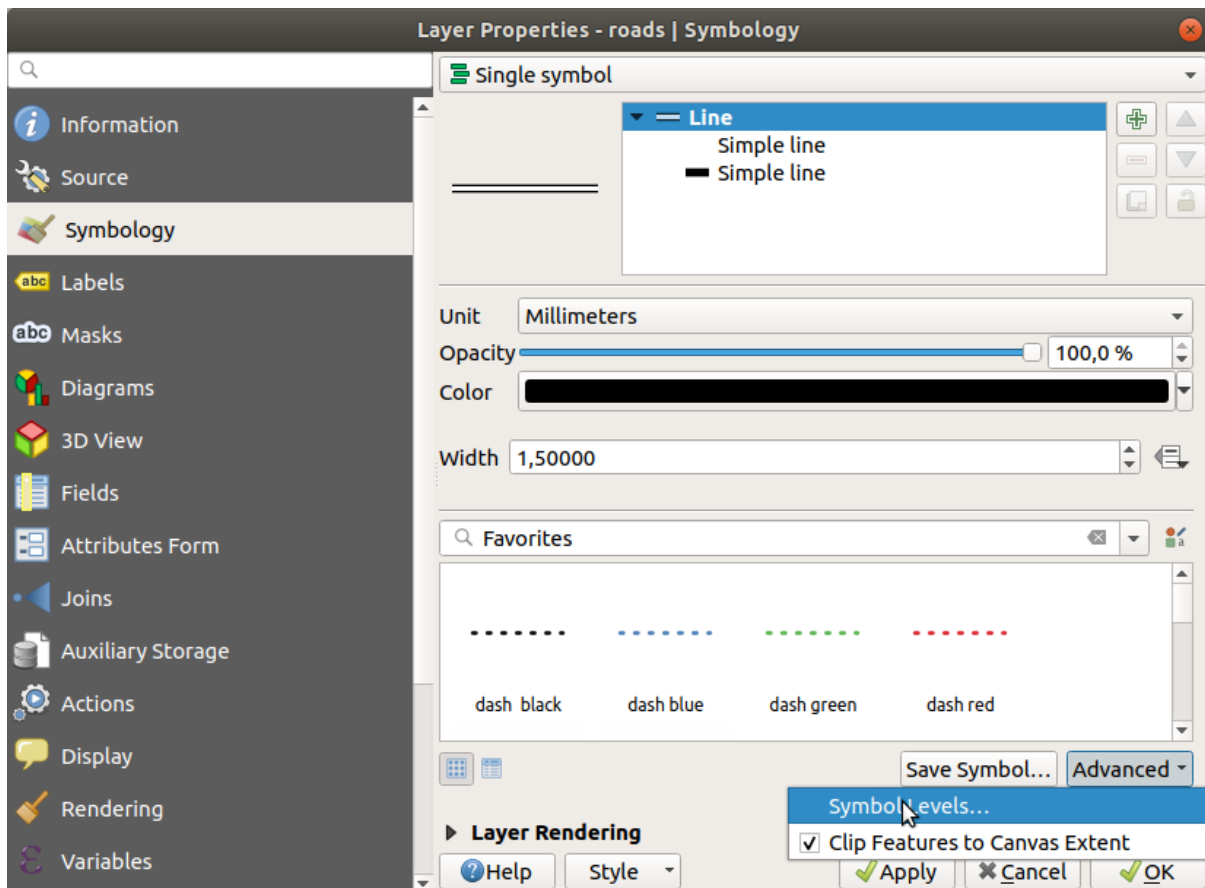
Questo disegnerà la linea bianca sopra gli spessi bordi neri:

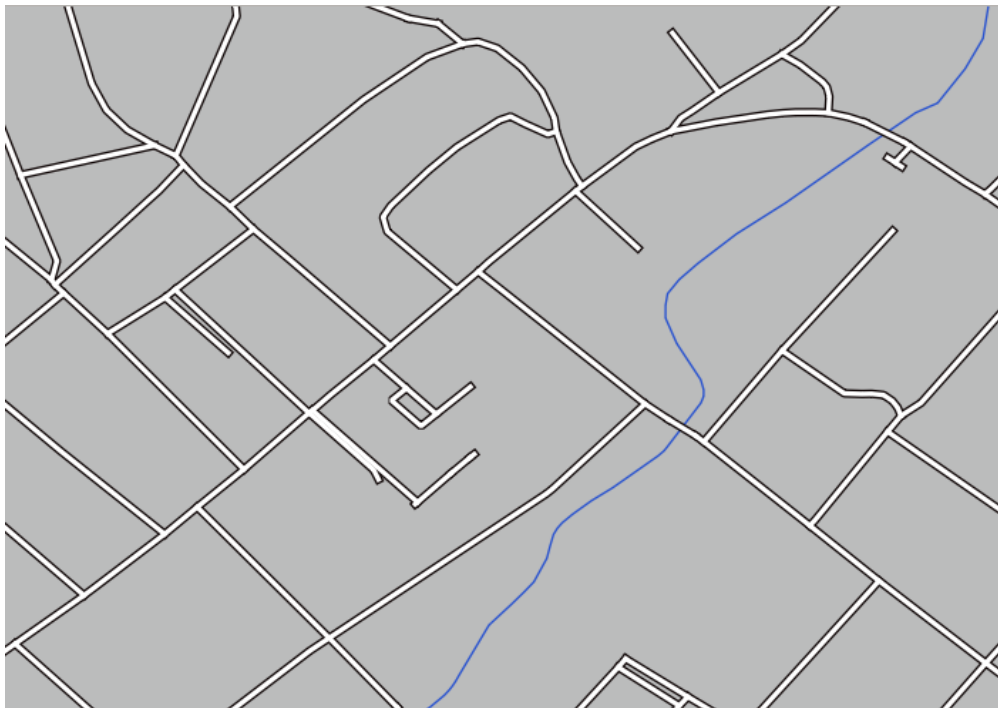
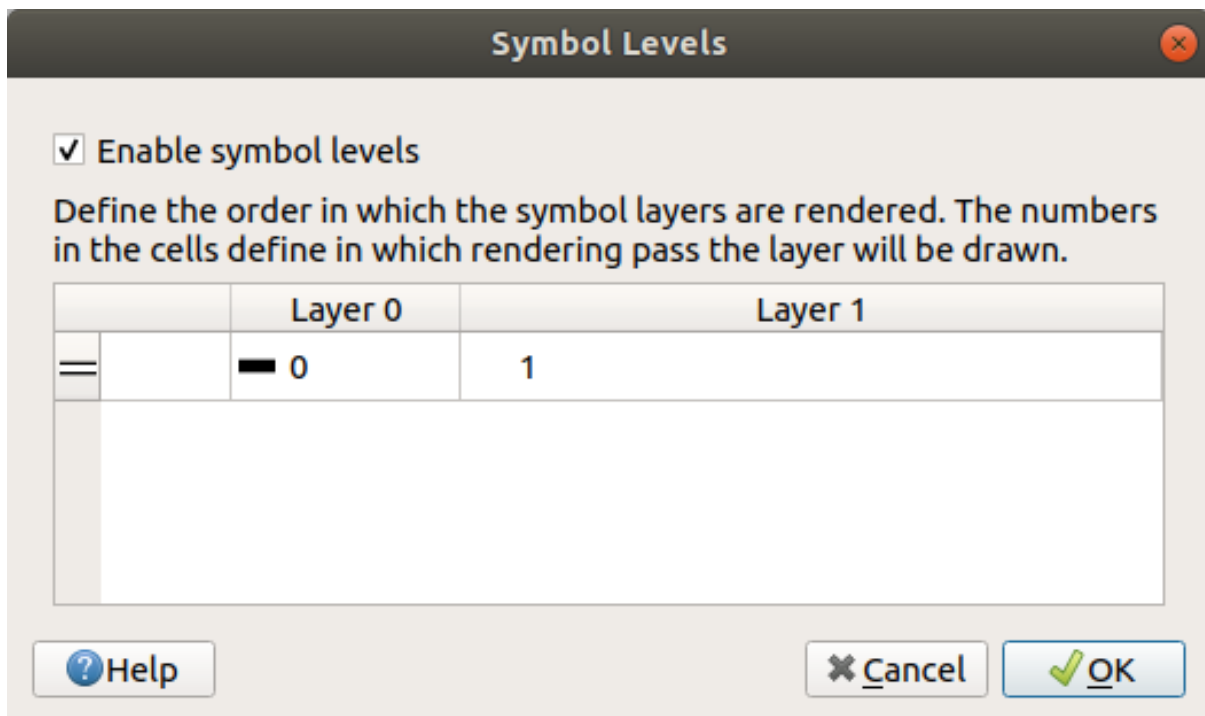
4. Clicca *OK* due volte per ritornare alla mappa.

La mappa apparirà come questa:

Quando hai fatto, ricorda di salvare il simbolo stesso per non perdere il tuo lavoro se cambi nuovamente il simbolo in futuro. Puoi salvare lo stile del simbolo corrente cliccando il pulsante *Salva Stile...* in fondo alla finestra *Proprietà vettore*. Useremo il formato *QGIS QML Style File*.

Salva il tuo stile nella cartella `solution/styles/better_roads.qml`. Puoi caricare uno stile salvato precedentemente in ogni momento, cliccando il pulsante *Carica Stile...*. Prima di cambiare uno stile, tieni a mente che ogni stile non salvato viene perso.

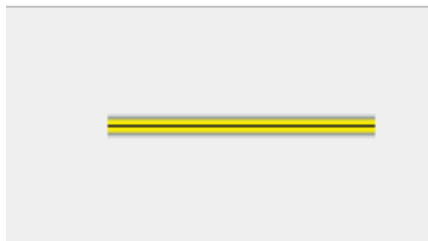




## 2.4.9 Try Yourself

Cambia di nuovo l'aspetto del vettore *roads*.

Fai le strade gialle e strette, con un sottile contorno grigio tenue e una linea sottile nera nel mezzo. Ricorda che potresti dover cambiare l'ordine di disegno dei livelli con la finestra *Avanzate* [?](#) *Livelli Simbolo...*

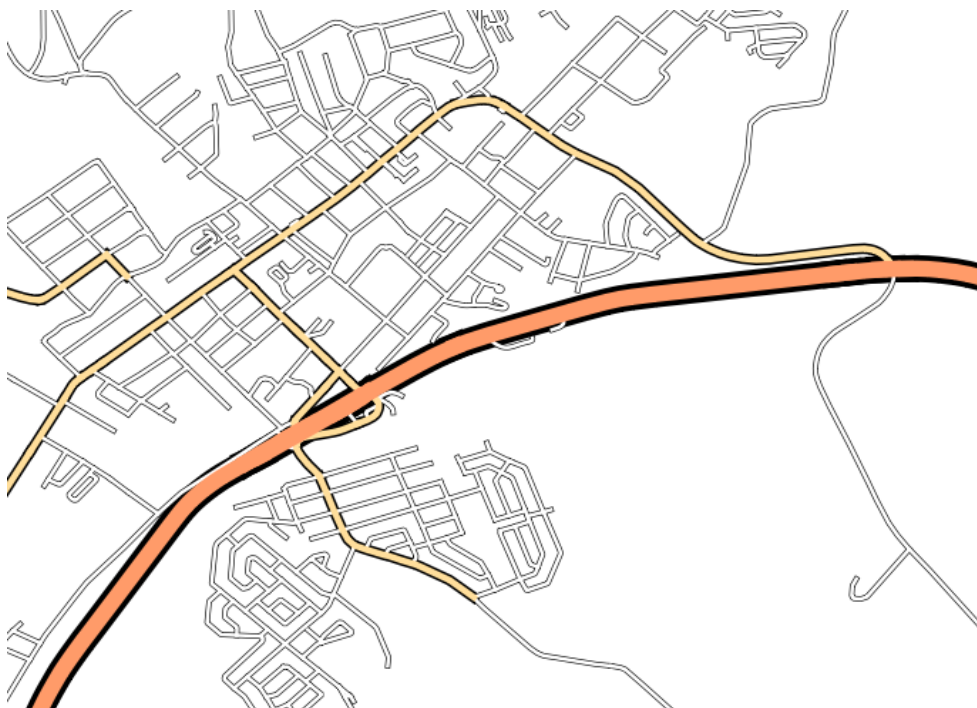


*Controlla i risultati*

## 2.4.10 Try Yourself

I livelli di simbolo funzionano anche per i livelli classificati (p.e. livelli con simboli multipli). Dato che non abbiamo ancora spiegato la classificazione, lavorerai con dei dati elementari pre-classificati.

1. Crea una nuova mappa e aggiungi solo il dataset *roads*.
2. Carica il file di stile `advanced_levels_demo.qml` presente in `exercise_data/styles`.
3. Ingrandisci l'area Swellendam.
4. Usando i livelli di simbolo, assicurati che i bordi dei livelli stiano uno dentro l'altro come nell'immagine seguente:



*Controlla i risultati*

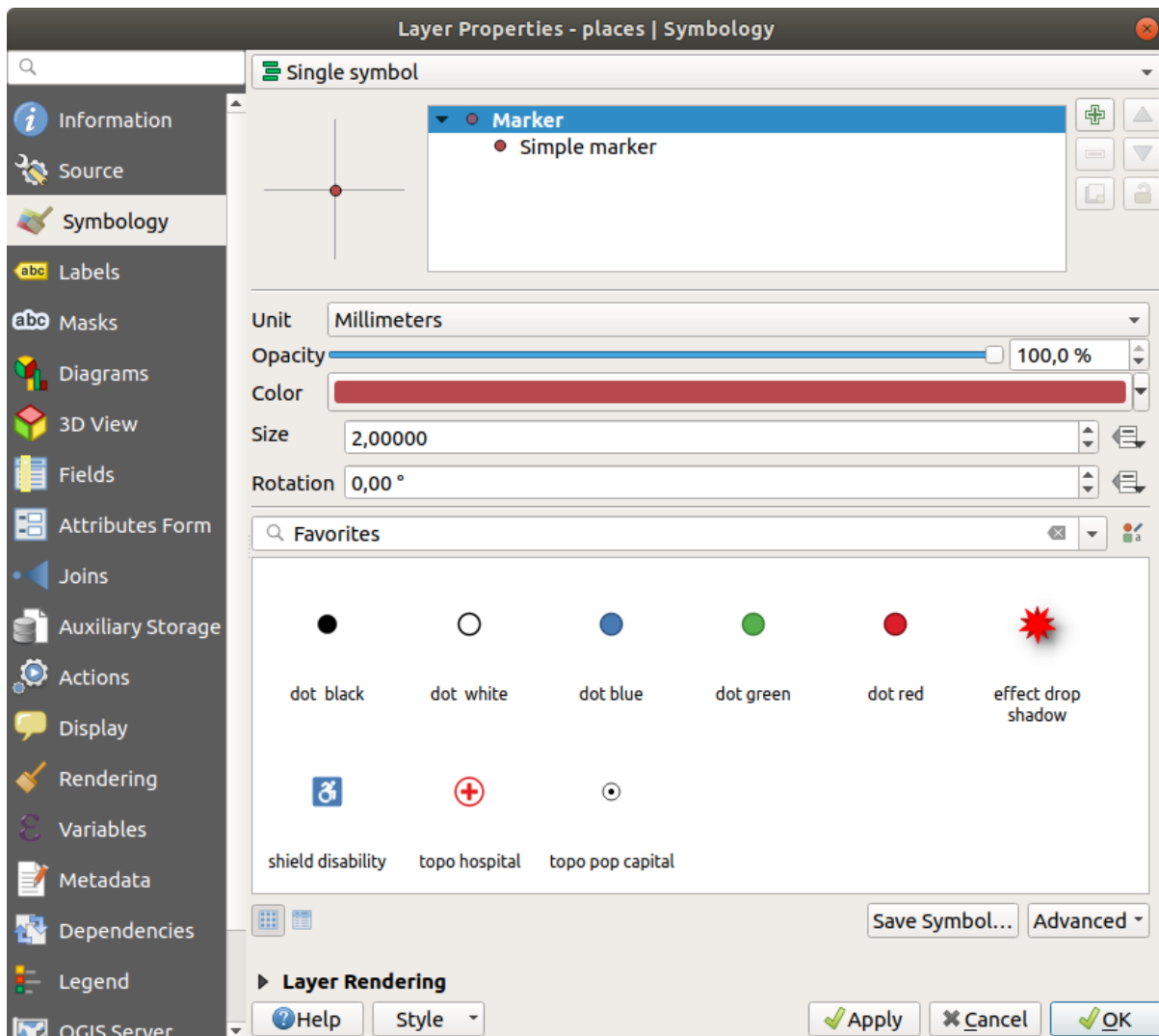
## 2.4.11 Follow Along: Tipo di livelli di simbolo

Oltre ad impostare i colori di riempimento ed utilizzare motivi predefiniti, puoi usare tipi di livello di simbolo completamente diversi. Il solo tipo utilizzato finora è stato il tipo *Simple Fill*. I tipi di livelli di simbolo più avanzati permettono di personalizzare molto di più i simboli.

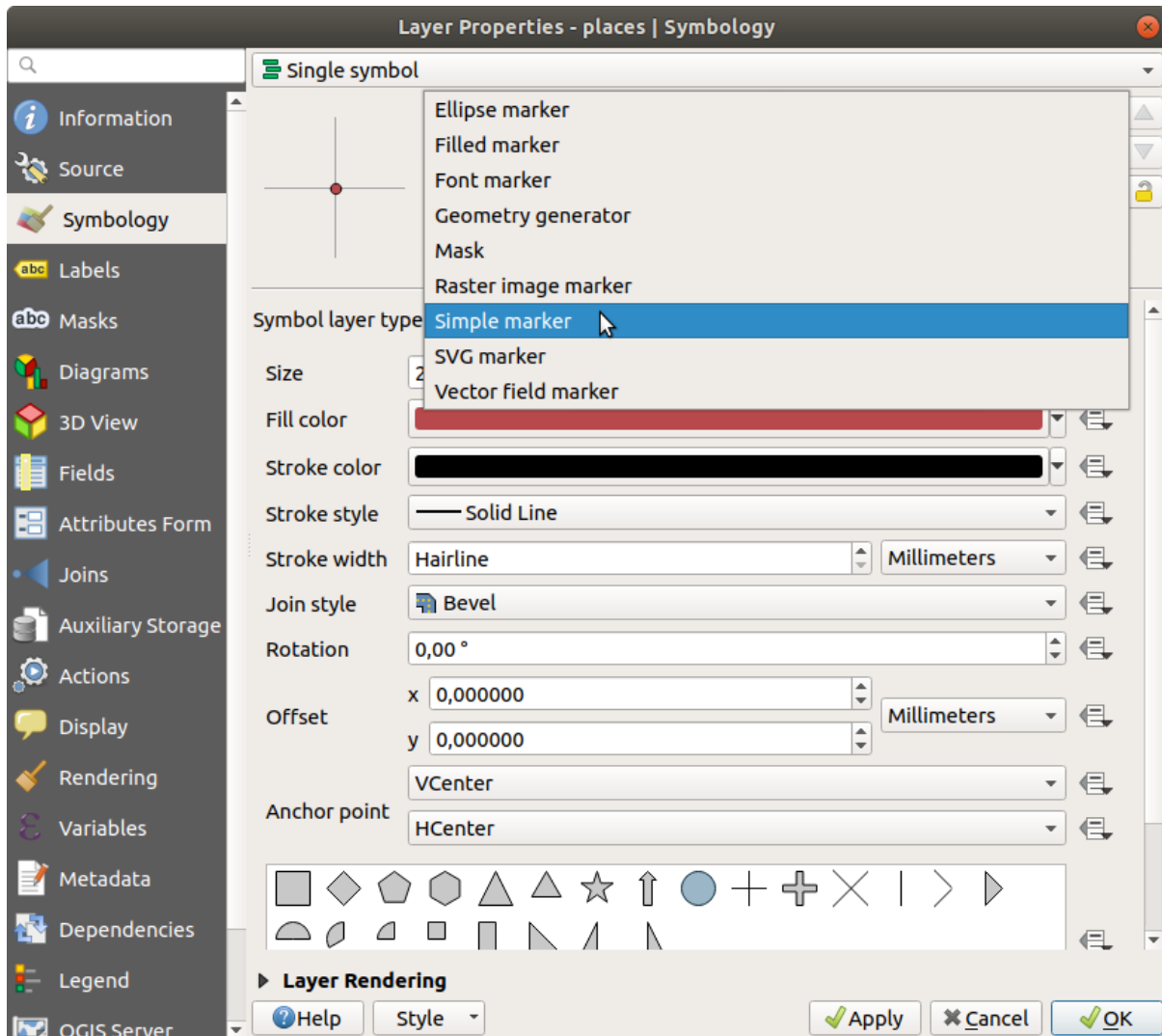
Ogni tipo di vettore (punto, linea, e poligono) ha i suoi tipi di livello di simbolo. Prima vedremo i tipi disponibili per i punti.

### Tipi per livello di simbolo punto

1. Disabilita tutti i vettori eccetto *places*.
2. Cambia le proprietà del simbolo per il vettore *places*.



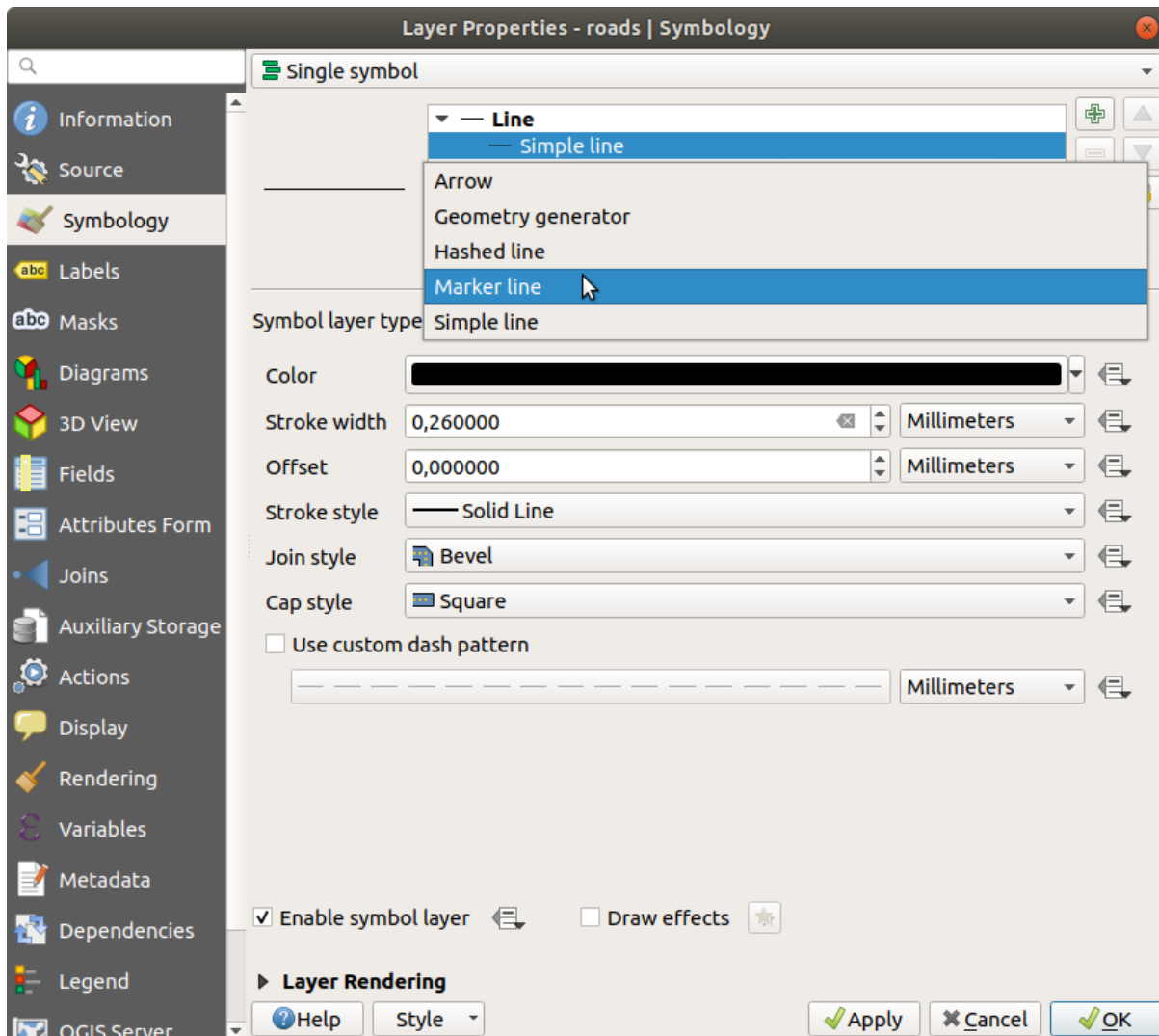
3. Puoi accedere ai vari tipi di livello di simbolo selezionando il livello *Simbolo semplice* nell'albero dei livelli di simbolo, poi clicca l'elenco a scomparsa *Tipo simbolo del vettore*:
4. Esamina le varie opzioni disponibili, e scegli un simbolo con uno stile che ritieni appropriato.
5. Se in dubbio, usa un *Simbolo semplice* rotondo con un bordo bianco e un riempimento verde tenue, con una *Dimensione* 3.00 e uno *Spessore tratto* di 0.5.




## Tipi di livello di simbolo linea

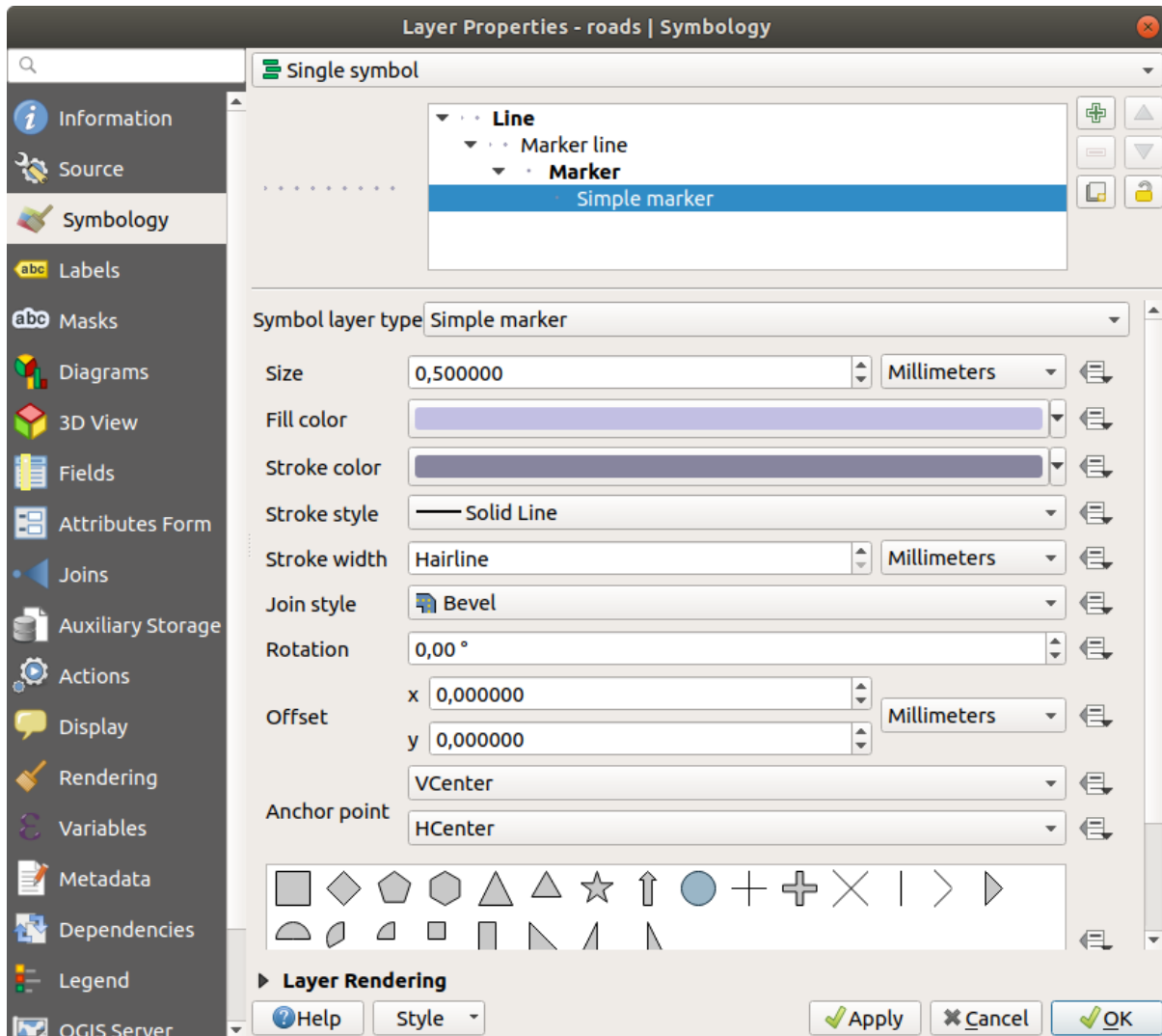
Per vedere le varie opzioni disponibili per i dati linea:

1. Cambia il *Tipo simbolo del vettore* per il primo livello di simbolo del vettore *roads* in *Linea di evidenziazione*:

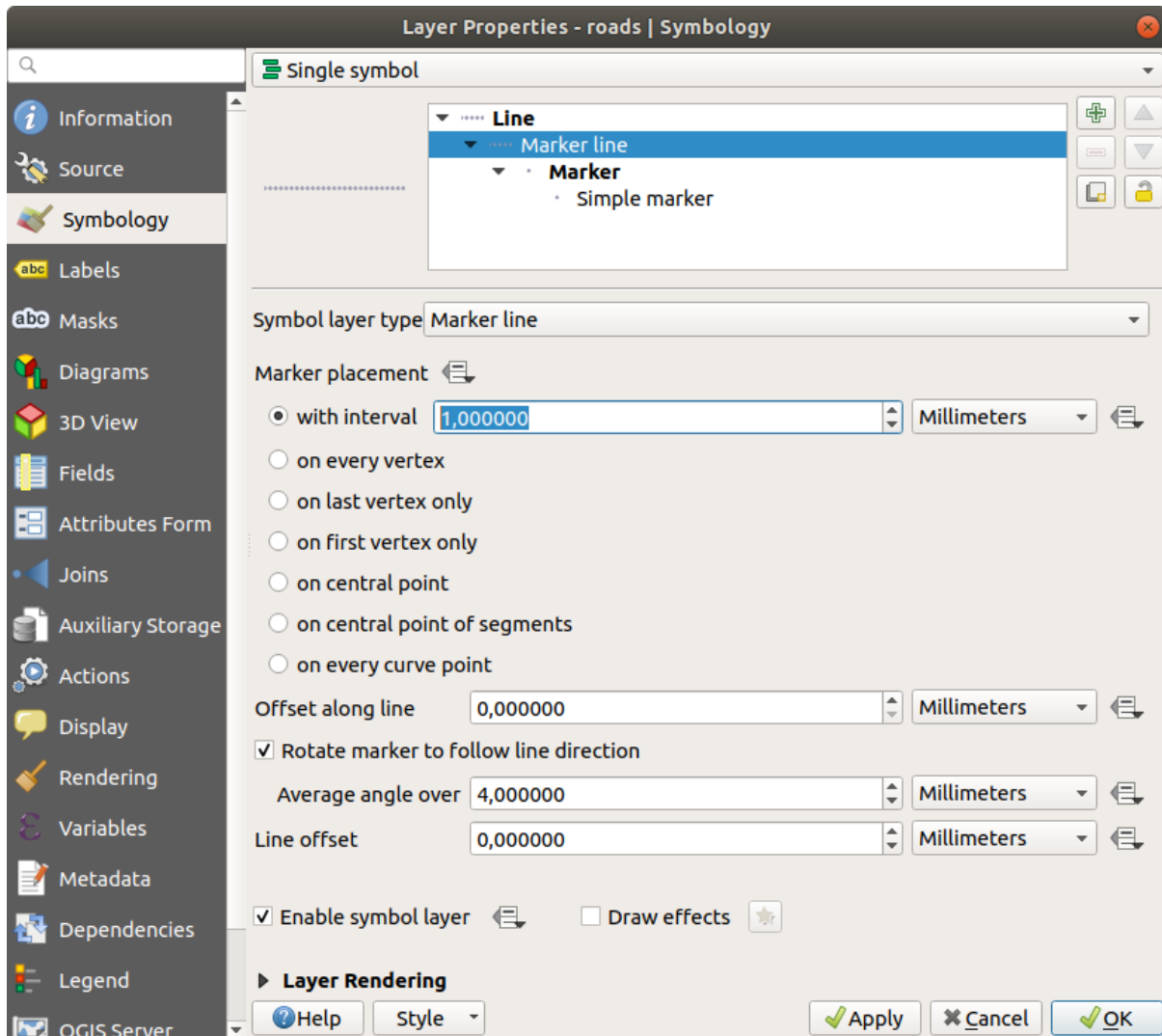


2. Seleziona il livello *Simbolo semplice* nell'albero dei livelli di simbolo. Cambia le proprietà del simbolo in modo che corrisponda a questa finestra:
3. Seleziona il livello *Linea di evidenziazione* e cambia gli intervalli in 1.00:
4. Assicurati che i livelli di simbolo siano corretti (usando la finestra *Avanzate*  *Livelli simbolo* usata in precedenza) prima di applicare lo stile.

Una volta applicato lo stile, controlla il risultato sulla mappa. Come puoi vedere questi simboli cambiano direzione lungo la strada ma non sempre si piegano con essa. Questo è utile per alcuni scopi, ma non per altri. Se preferisci, puoi cambiare il livello di simbolo per farlo tornare com'era prima.



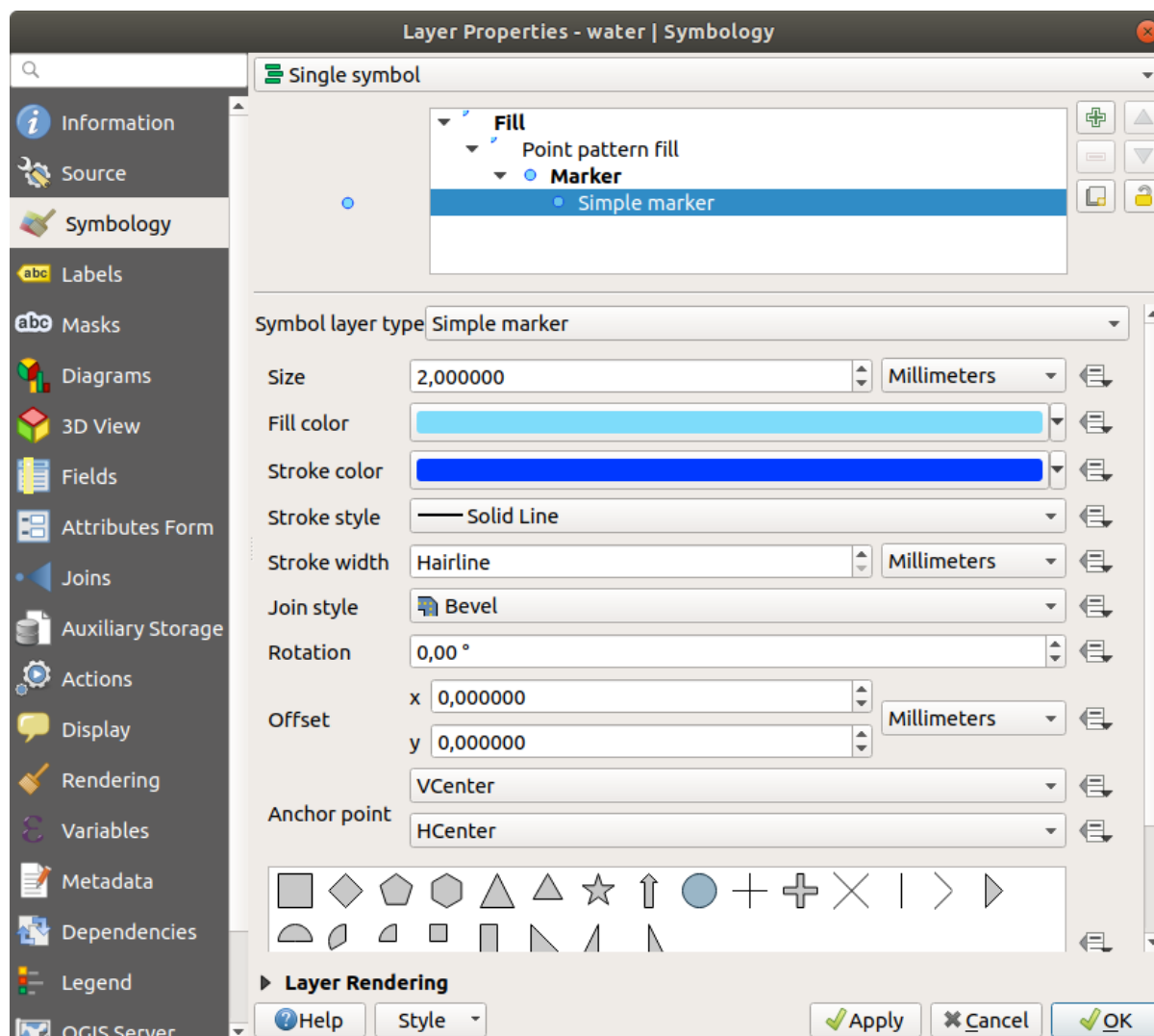




## Tipi di livello di simbolo poligono

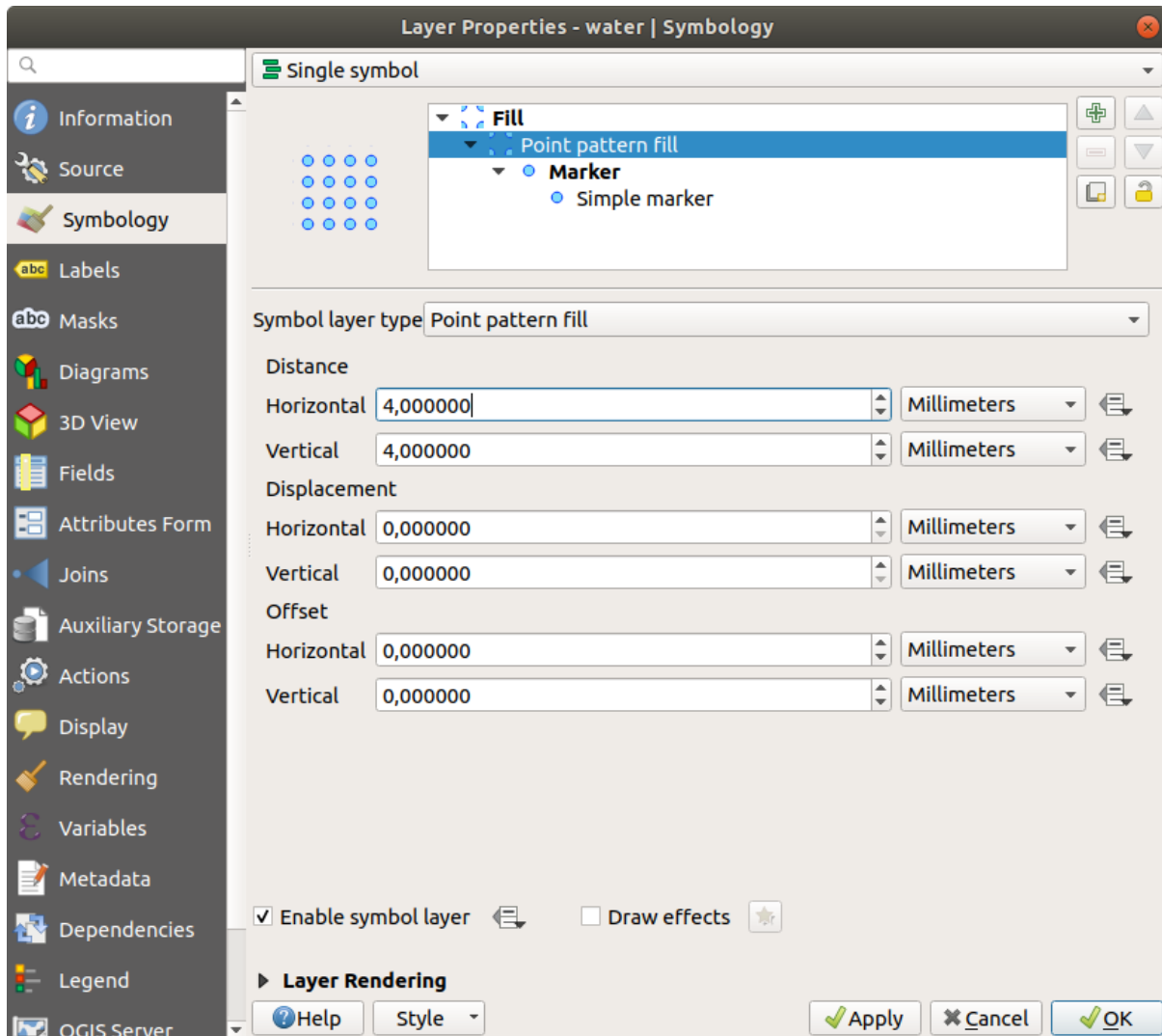
Per vedere le varie opzioni disponibili per i dati poligono:

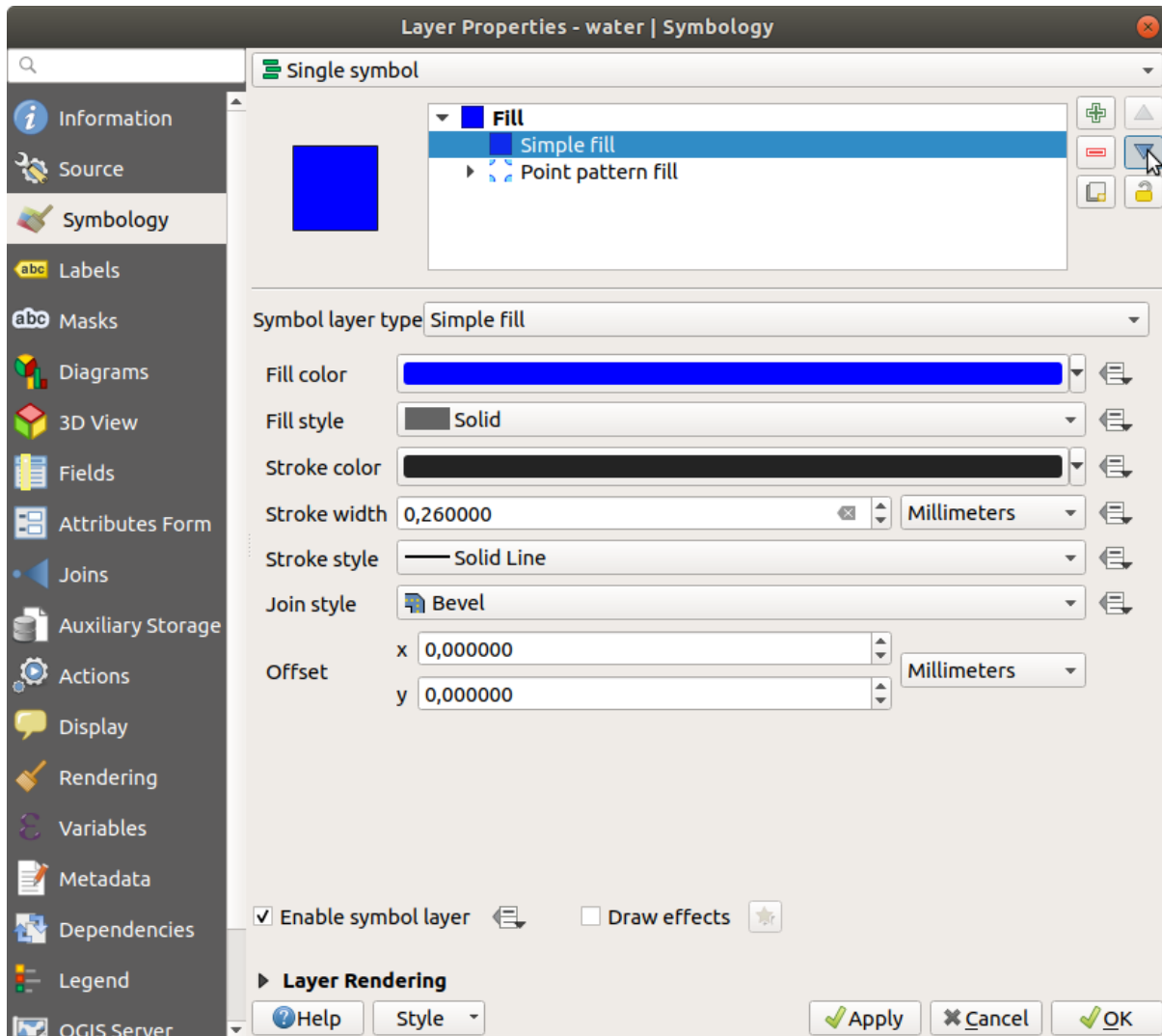
1. Cambia il *Tipo simbolo del vettore* per il layer *water*, come fatto per gli altri vettori.
2. Esamina le diverse opzioni nella lista.
3. Scegliline una che ritieni adatta.
4. Se in dubbio, usa *Riempimento a pattern puntuale* con le seguenti opzioni:



5. Aggiungi un livello di simbolo con un normale *Riempimento semplice*.
6. Dagli lo stesso blu leggero con un bordo blu scuro.
7. Muovilo sotto il livello di simbolo pattern puntuale con il pulsante *Sposta in basso*:

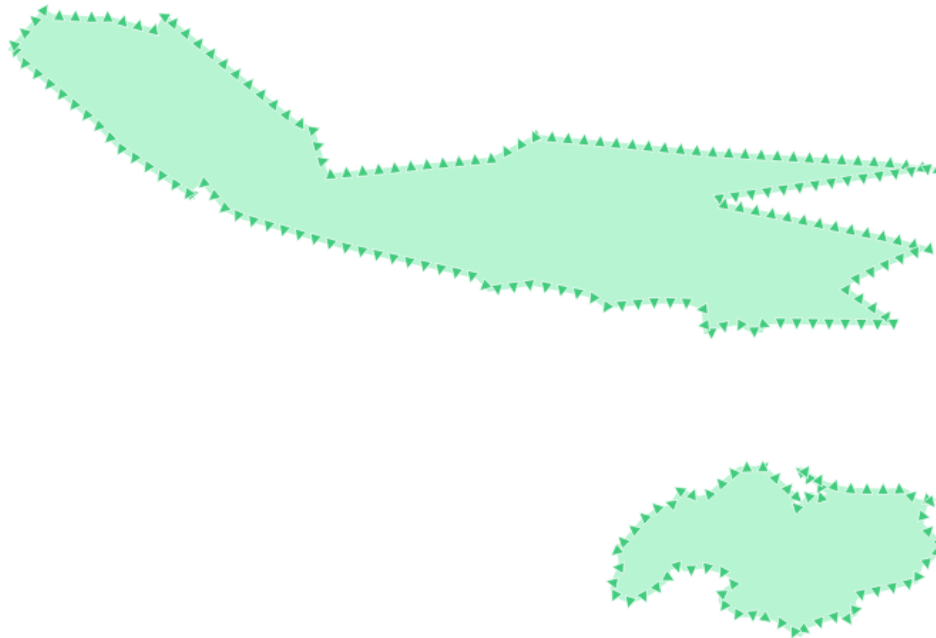
Come risultato, avrai un simbolo a trama per il vettore *water*, con il vantaggio aggiuntivo che puoi cambiare la dimensione, forma e distanza dei singoli punti che formano la trama.





## 2.4.12 Try Yourself

Applica un riempimento verde trasparente al vettore *protected\_areas*, e cambia il bordo perché sia come questo:



*Controlla i risultati*

## 2.4.13 Follow Along: Simbologia tramite generatore geometria

Puoi utilizzare la simbologia del generatore geometria con tutti i tipi di vettore (punti, linee e poligoni). Il simbolo risultante dipende direttamente dal tipo di vettore.

In sintesi, la simbologia del generatore di geometria ti consente di eseguire alcune operazioni spaziali usando la simbologia stessa. Ad esempio, puoi rappresentare un centroide reale sul poligono senza dover creare un livello punto.

Inoltre, hai tutte le opzioni di stile per cambiare l'aspetto del simbolo risultante.

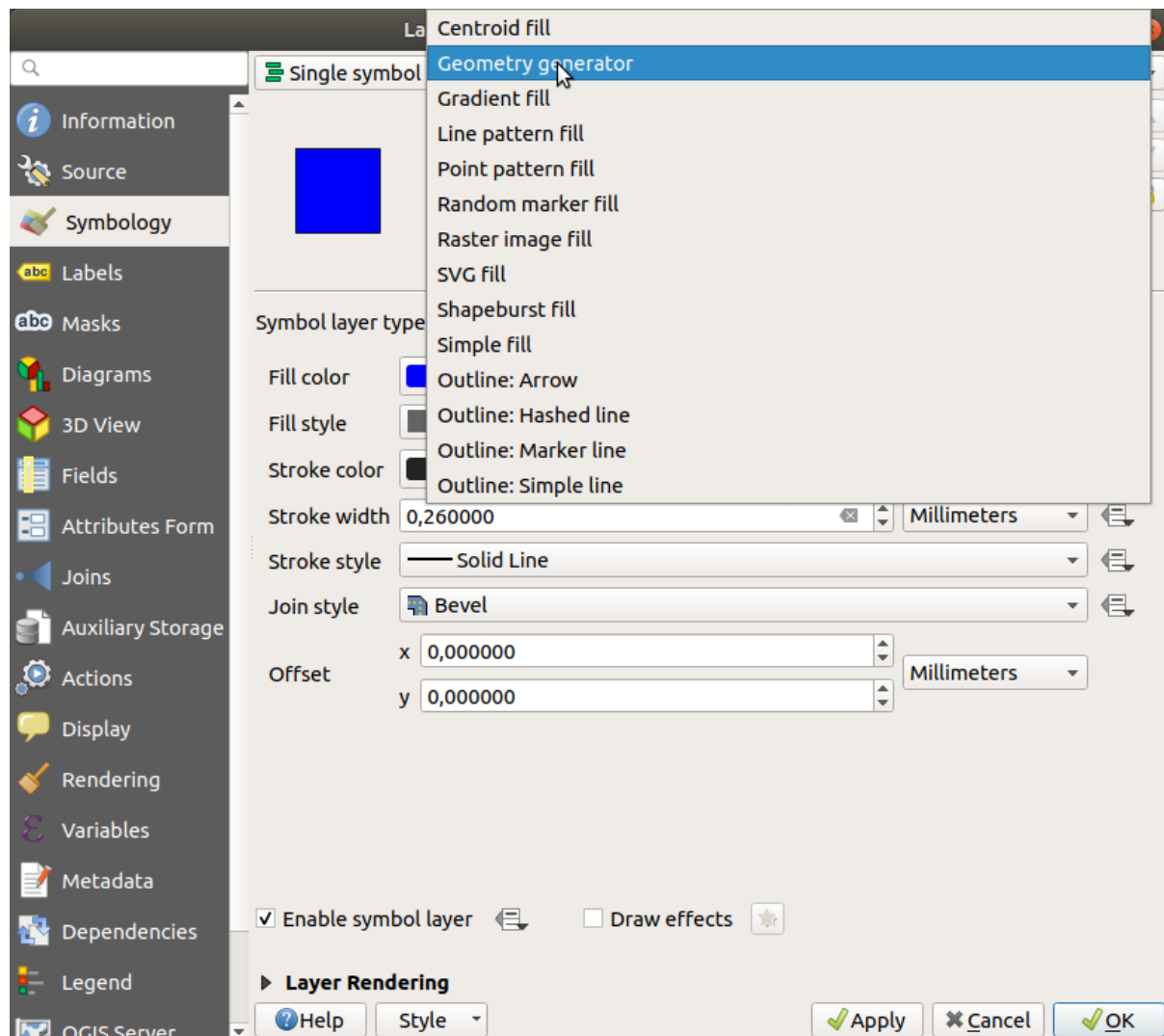
Prova!

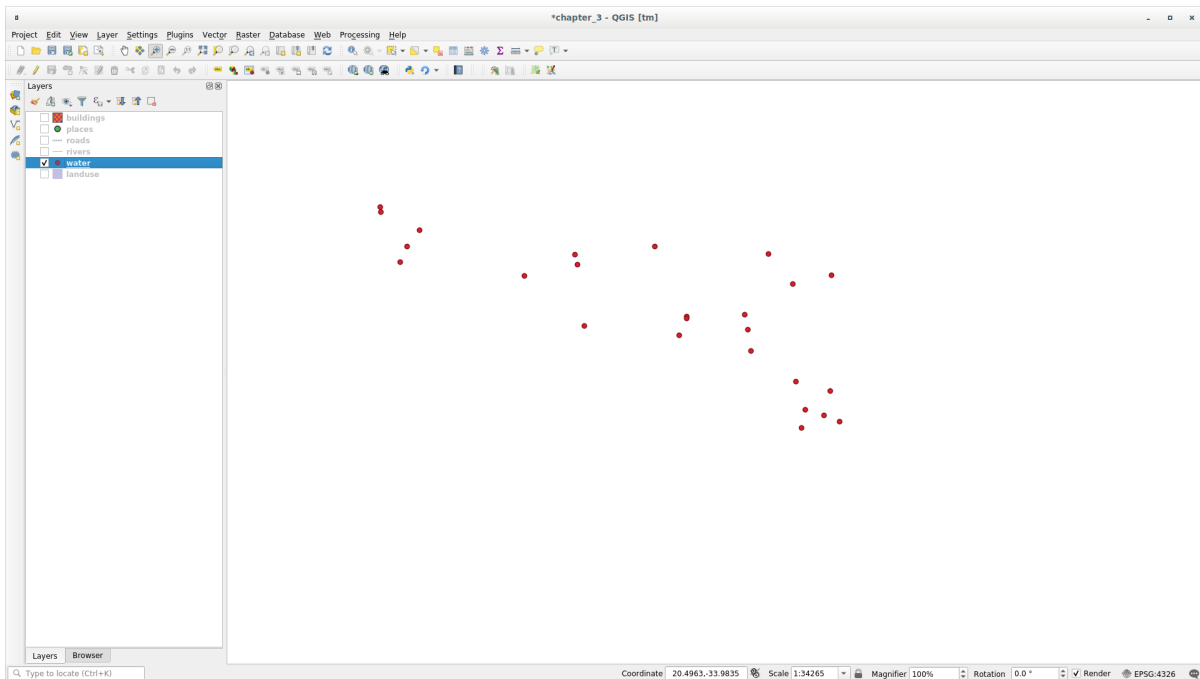
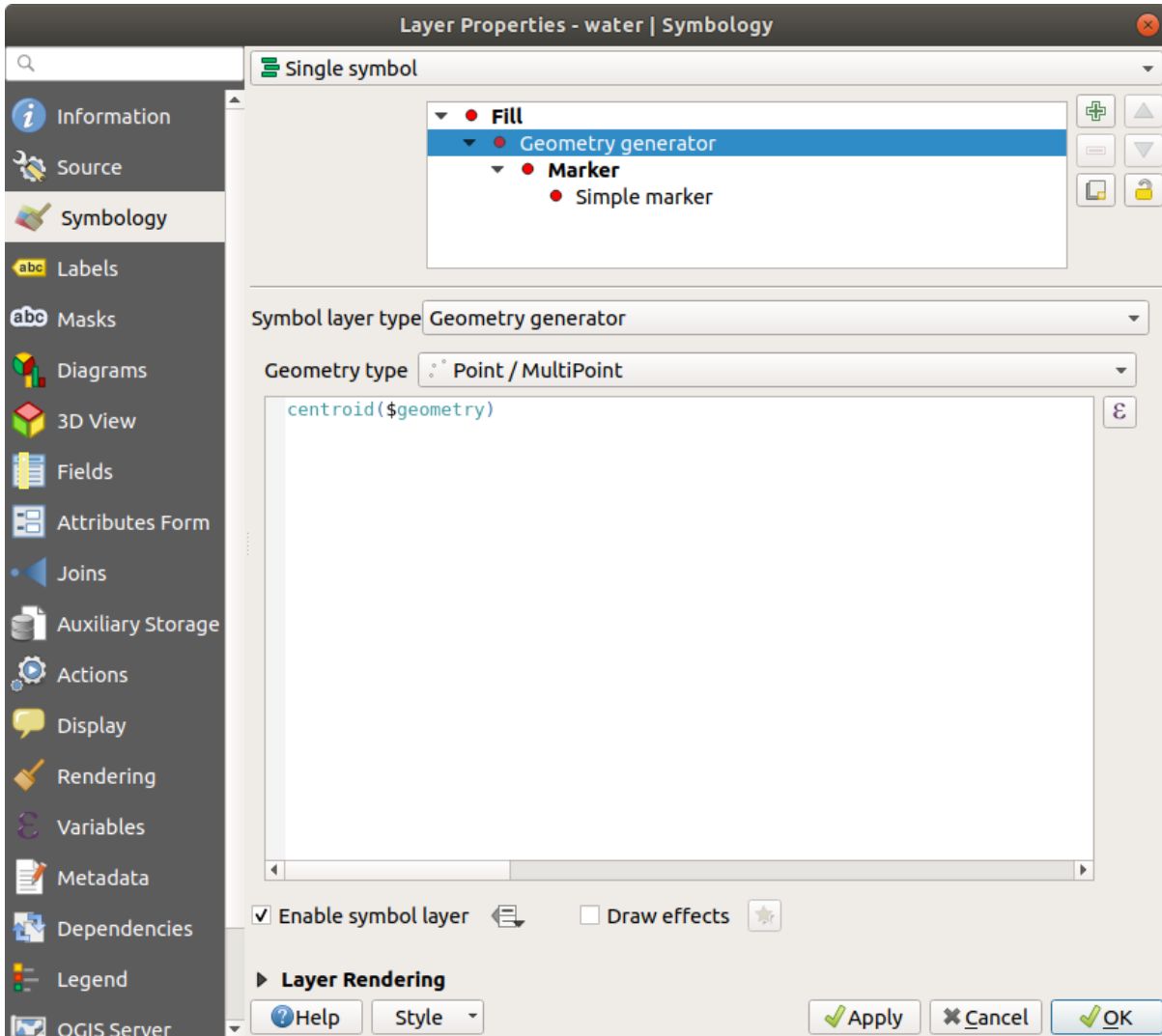
1. Seleziona il vettore *water*.
2. Click on *Riempimento semplice* e cambia *:guilabel: Tipo simbolo del vettore* con *Generatore geometria*.
3. Prima di iniziare a scrivere l'interrogazione spaziale, devi scegliere il tipo di geometria che vai a realizzare. In questo esempio creerai centroidi per ogni elemento, quindi cambia il tipo di geometria in *Punto / Multipunto*.
4. Adesso scrivi l'interrogazione nell'apposito pannello.

```
centroid($geometry)
```

5. Quando fai clic su *OK*, vedrai che il vettore *water* viene reso come livello punto! Hai appena eseguito un'operazione spaziale all'interno della simbologia del livello stesso, non è sorprendente?

Con la simbologia tramite Generatore geometria puoi oltrepassare i limiti di una *normale* simbologia.





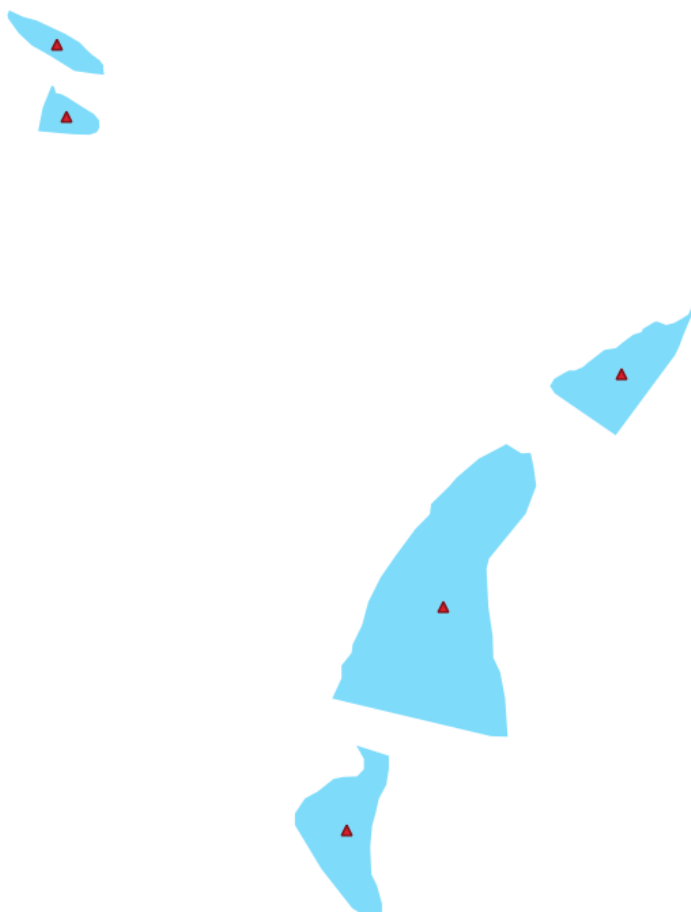


### Try Yourself

Il generatore geometria è un altro livello per i simboli. Prova ad aggiungere un altro *Riempimento semplice* sotto quello di *Generatore geometria*.

Modifica anche l'aspetto del simbolo punto della simbologia del Generatore geometria.

Il risultato finale dovrebbe assomigliare a questo:



*Controlla i risultati*




### 2.4.14 Follow Along: Crea un riempimento SVG personalizzato

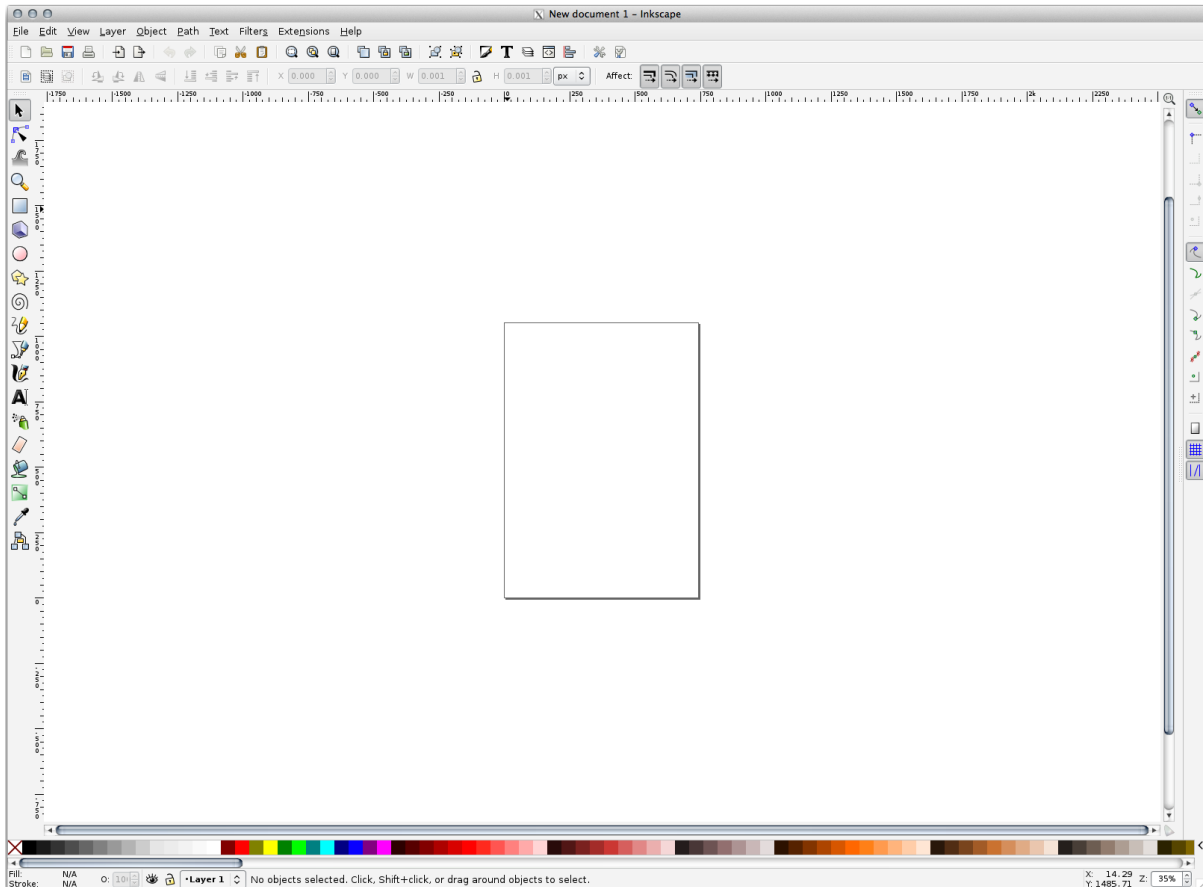
---

**Nota:** Per fare questo esercizio, devi avere installato il programma di creazione vettoriale gratuito [Inkscape](#).

---

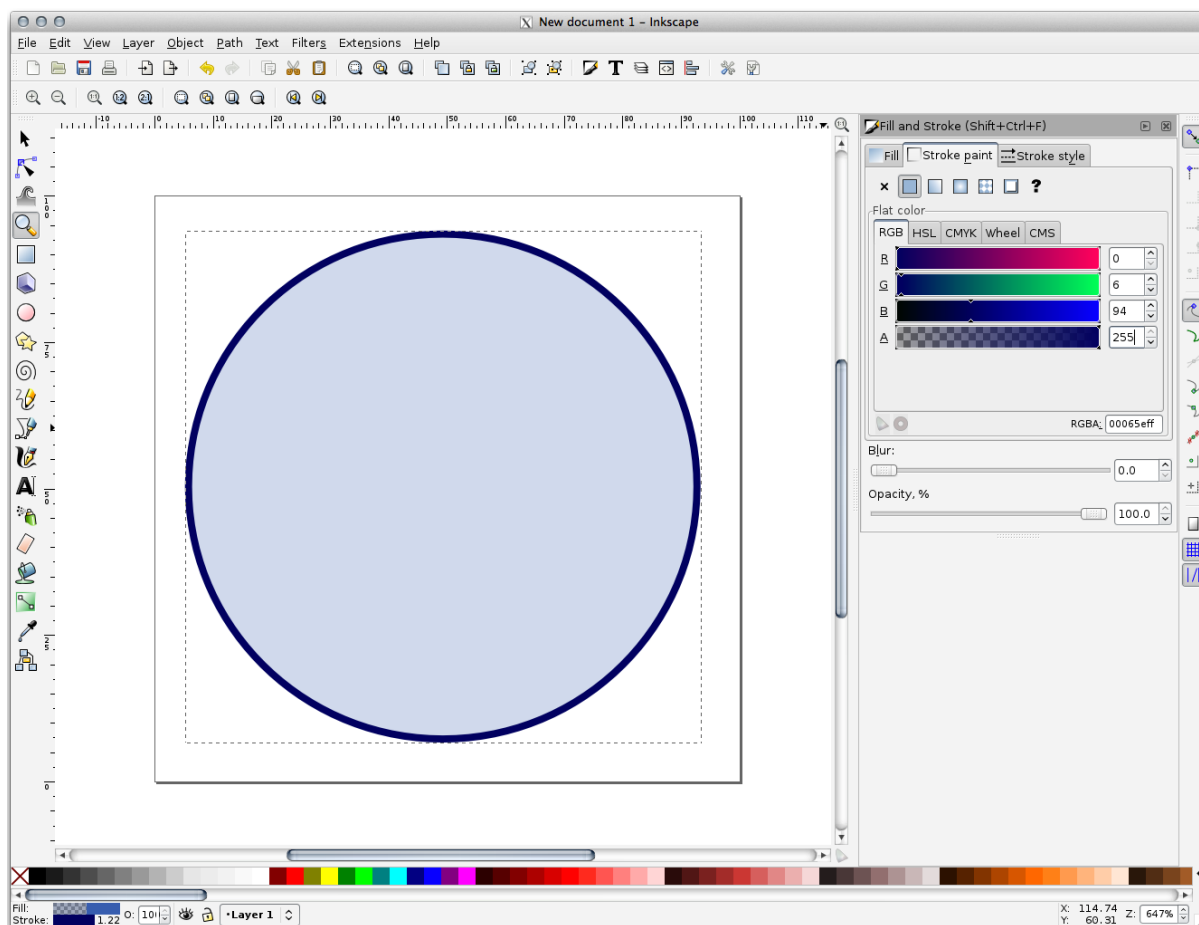
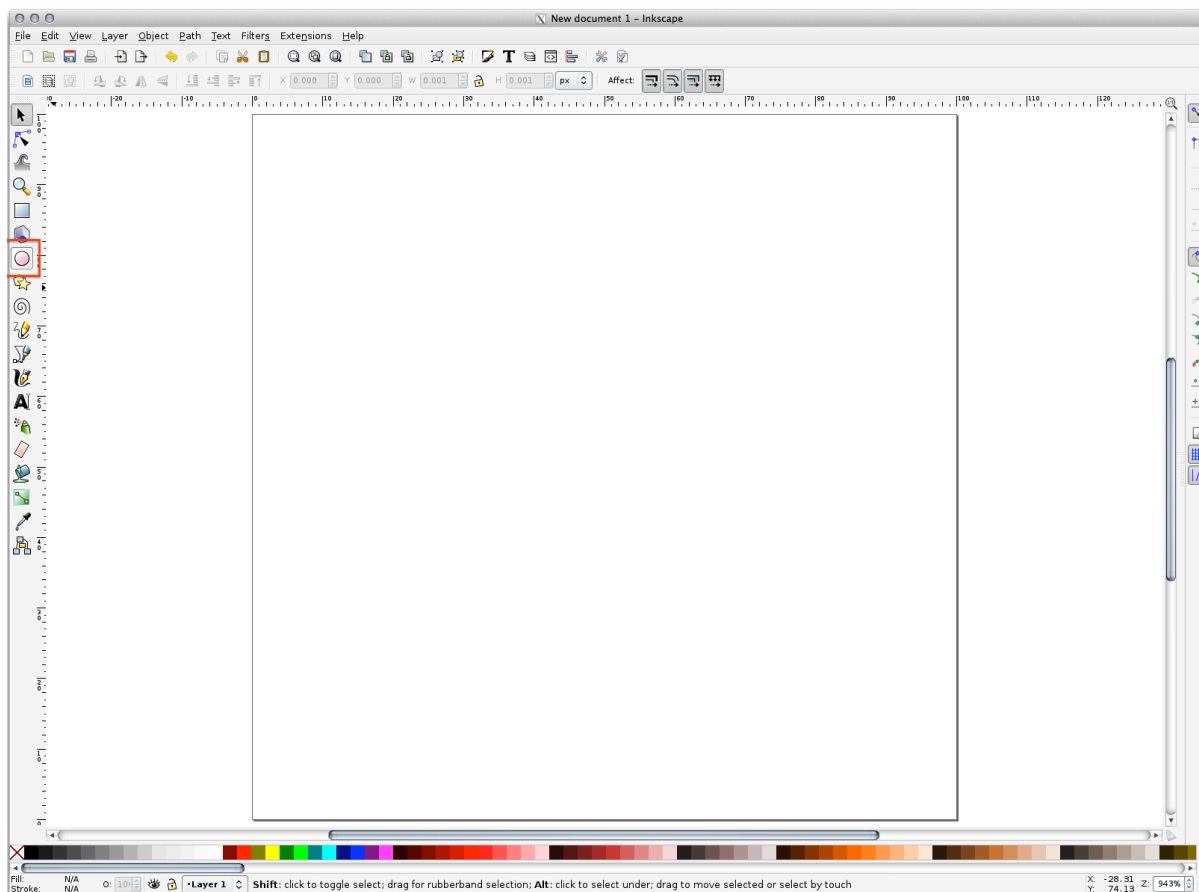
1. Avvia il programma Inkscape. Vedrai la seguente interfaccia:  
Dovresti trovarlo familiare se hai usato altri programmi per immagini vettoriali, come Corel.  
Innanzitutto, riduci la pagina a una dimensione appropriata per una piccola trama.
2. Clic su *File*  *Proprietà del documento*. Avrai la finestra di dialogo *Proprietà del documento*.
3. Cambia *Unità* con *px*.

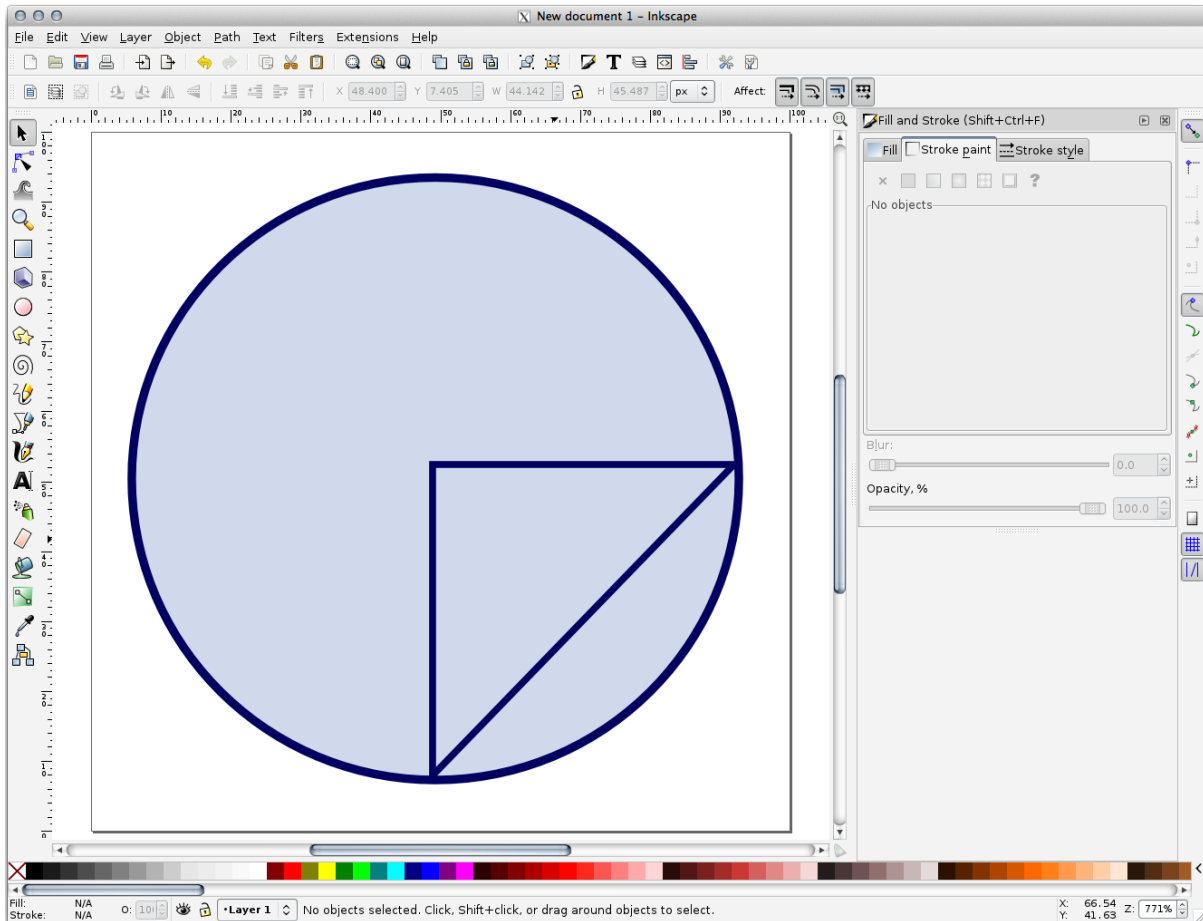





4. Cambia *Larghezza e Altezza* a 100.
5. Chiudi la finestra di dialogo quando lo hai fatto.
6. Clicca su *Visualizza*  *Ingrandimento*  *Pagina* per vedere la pagina su cui stai lavorando.
7. Seleziona lo strumento *Crea circolo*:
8. Clicca e spostati sulla pagina per disegnare un ellisse. Per trasformare l'ellisse in un cerchio, tieni premuto il tasto:kbd:Ctrl mentre lo disegni.
9. Clicca col tasto destro sul cerchio che hai appena creato e apri le relative opzioni *Riempimenti e contorni*. Puoi modificare la vista, ad esempio:
  1. Cambia il colore *Riempimento* in un grigio-blu chiaro,
  2. Assegna al contorno un colore scuro nella scheda *Colore contorno*,
  3. E riduci lo spessore del bordo nella scheda *Stile contorno*.
10. Disegna una linea usando lo strumento *Matita*:
  1. Clicca una volta per iniziare la linea. Tieni premuto `Ctrl` per avere incrementi di 15 gradi.
  2. Muovi il puntatore orizzontalmente e fai un punto con un semplice click.
  3. Clicca e scatta sul vertice della linea e traccia una linea verticale, termina con un semplice click.
  4. Ora unisci i due vertici terminali.
  5. Cambia colore e spessore del simbolo triangolo perché coincida con lo spessore del cerchio e spostalo se necessario, così avrai un simbolo come questo:
11. Se il simbolo ottenuto ti soddisfa, salvalo come *landuse\_symbol* sotto la cartella del corso, sotto *exercise\_data/symbols*, come file SVG.

In QGIS:

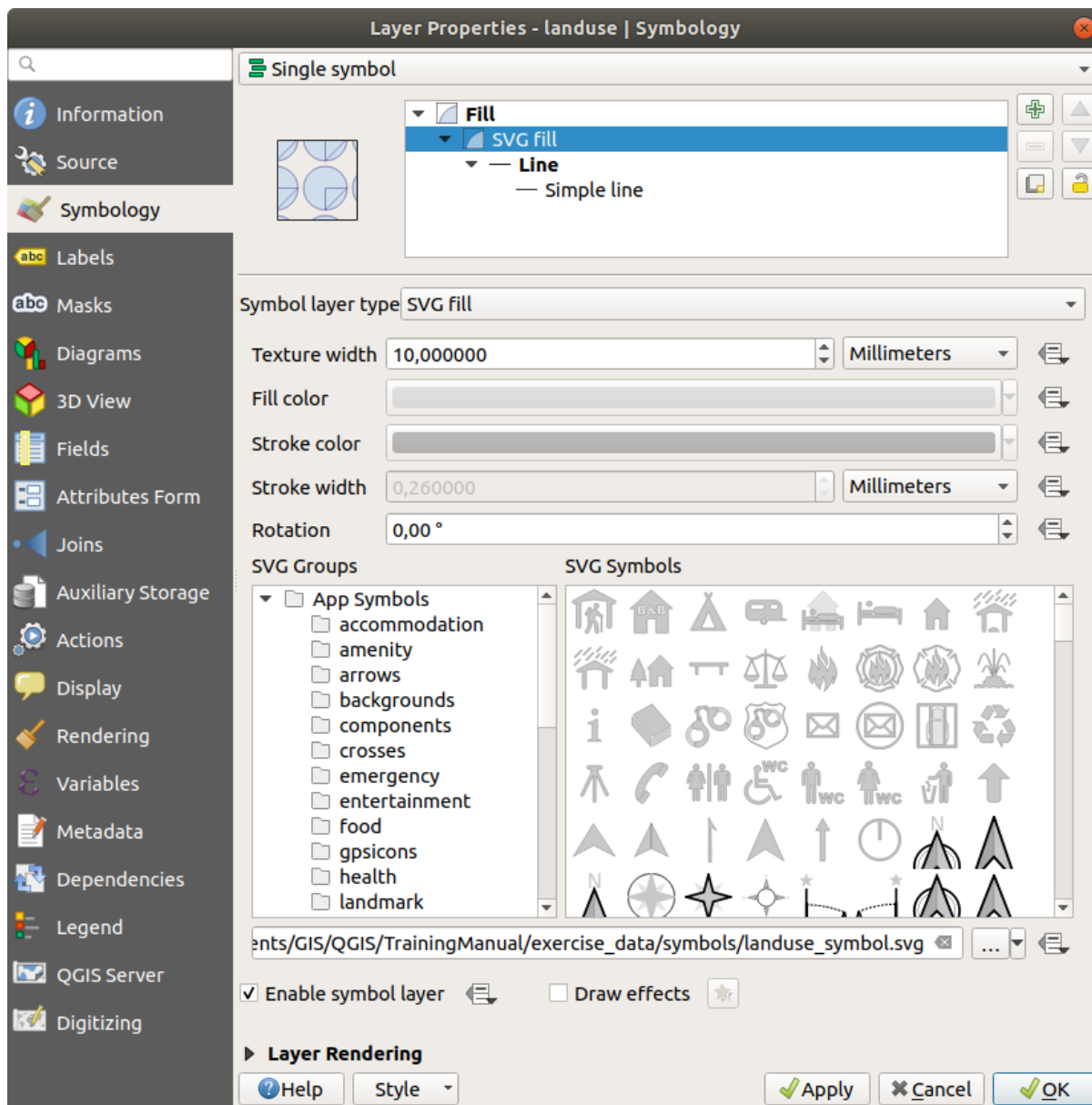


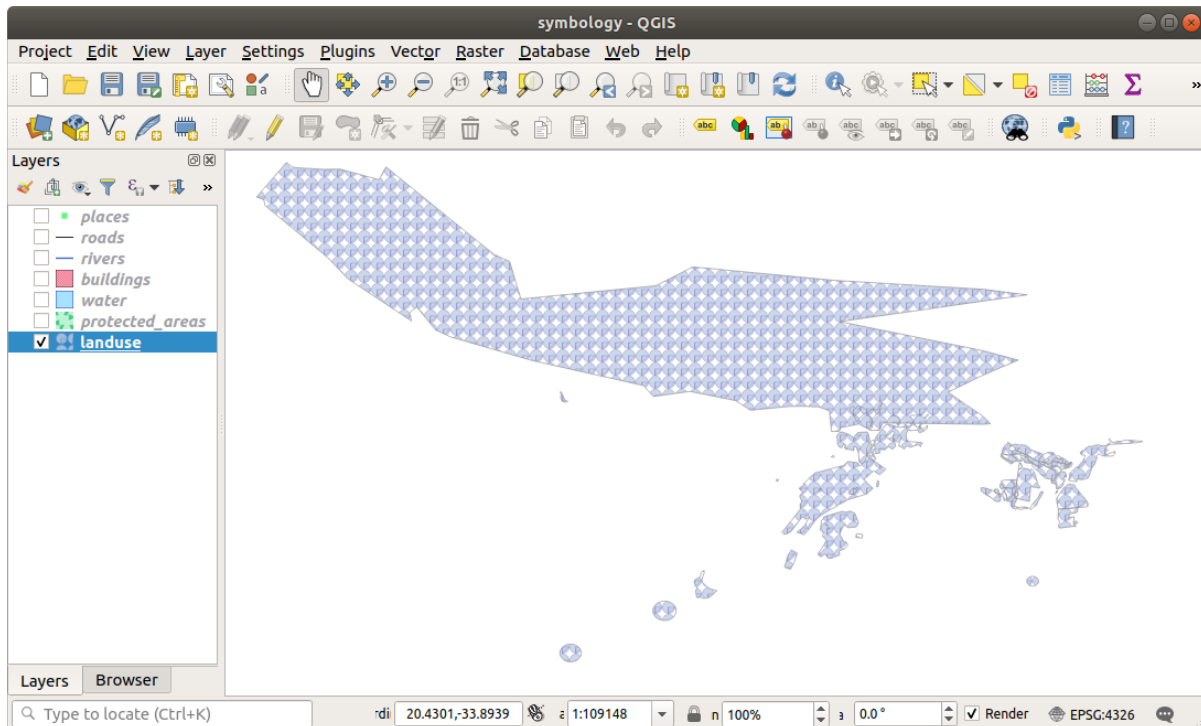


1. Apri la finestra *Proprietà vettore* per il vettore *landuse*.
2. Nella scheda  *Simbologia*, cambia la struttura del simbolo modificando *Tipo simbolo del vettore* in *Riempimento SVG* come mostrato di seguito.
3. Clicca il pulsante ... e poi *Seleziona File...* per selezionare l'immagine SVG.

È aggiunto all'albero dei simboli e puoi personalizzarlo nelle sue caratteristiche (colori, angoli, effetti, unità...).

Quando confermi la finestra di dialogo, gli elementi del vettore *landuse* verranno ricoperte da un insieme di simboli, mostrando una trama come quella nella mappa seguente. Se la trama non è visibile, può essere necessario ingrandire l'area di mappa o impostare nelle proprietà del vettore un *Spessore del tratteggio* maggiore.





### 2.4.15 In Conclusion

Modificando la simbologia dei diversi vettori abbiamo trasformato un insieme di file di vettori in una mappa leggibile. Non solo puoi vedere quelle che sta succedendo, è anche piacevole guardarlo!

### 2.4.16 Further Reading

Esempi di belle mappe

### 2.4.17 What's Next?

Modificare i simboli per tutti i vettori è utile, ma l'informazione contenuta in ogni vettore non è ancora disponibile per chi legge queste mappe. Come sono chiamate le strade? A quale regione amministrativa appartengono determinate aree? Quali sono le aree delle superfici delle fattorie? Tutte queste informazioni sono ancora nascoste. La prossima lezione spiegherà come rappresentare questi dati sulla mappa.

---

**Nota:** Ti sei ricordato di salvare la mappa di recente?

---



---

## Module: Classificare dati vettoriali

---

Classificare dati vettoriali ti permette di assegnare differenti simboli agli elementi (differenti oggetti nello stesso livello) in base ai loro attributi. Questo permette a chi utilizzerà la mappa di visualizzare facilmente gli attributi dei vari elementi.

### 3.1 Lesson: Attributi dati dei vettori

I vettori di dati sono probabilmente il tipo più comune di dati nell'uso giornaliero di un GIS. Il modello vettore rappresenta la località e la forma di caratteristiche geografiche utilizzando punti, linee e poligoni (e per i dati 3D anche superfici e volumi), mentre le altre proprietà sono incluse come attributi (in QGIS spesso rappresentati come una tabella).

Fino ad ora, nessuna delle modifiche fatte alla mappa è stata influenzata dagli oggetti che saranno mostrati. In altre parole, tutte le aree dei terreni si somigliano, tutte le strade si somigliano. Guardando alla mappa, l'osservatore non conosce nulla riguardo le strade che sta vedendo; solo che c'è una strada con una certa forma in una determinata area.

Ma la vera forza di un GIS è che tutti gli oggetti che sono visibile sulla mappa hanno anche degli attributi. Le mappe in un GIS non sono solamente delle immagini. Non rappresentano solo oggetti in località, ma anche informazioni su quegli oggetti.

**Obiettivo di questa lezione:** Conoscere la struttura dei vettori dati ed esplorare gli attributi di un oggetto


#### 3.1.1 Follow Along: Visualizzare gli attributi di un vettore

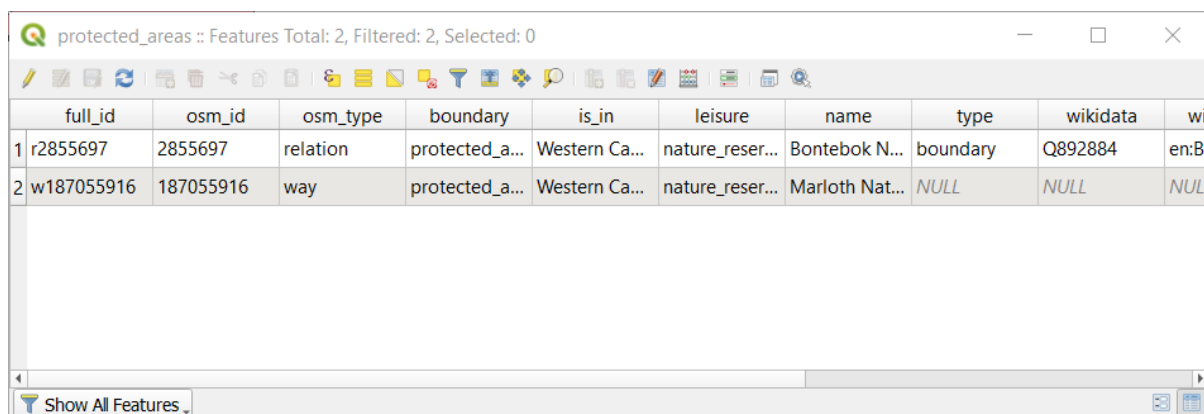
È importante sapere che i dati con cui lavorerai non rappresentano solo **dove** sono gli oggetti nello spazio, ma dicono anche **cosa** sono quegli oggetti.

Dall'esercizio precedente, dovresti aver caricato il vettore `protected_areas` nella mappa. Se così non fosse, puoi trovare il dataset in formato *ESRI Shapefile* `protected_areas.shp` nella cartella `exercise_data/shapefile`.

I poligoni rappresentanti le aree protette costituiscono il **dato spaziale**, ma possiamo conoscere di più riguardo le aree protette esplorando la **tabella attributi**.

1. Nel pannello *Layer*, clicca sul vettore `protected_areas` per selezionarlo.

- Nella *Barra Attributi* clicca sul pulsante  Apri Tabella Attributi. Questo aprirà una finestra con la tabella attributi del vettore `protected_areas`.



|   | full_id    | osm_id    | osm_type | boundary       | is_in         | leisure         | name           | type     | wikidata | wi    |
|---|------------|-----------|----------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------|----------|-------|
| 1 | r2855697   | 2855697   | relation | protected_a... | Western Ca... | nature_reser... | Bontebok N...  | boundary | Q892884  | en:Bo |
| 2 | w187055916 | 187055916 | way      | protected_a... | Western Ca... | nature_reser... | Marloth Nat... | NULL     | NULL     | NULL  |

Una riga è chiamata **record** ed è associata con un **elemento** nell'area mappa, come un poligono. Una colonna è chiamata **campo** (o **attributo**), ed ha un nome che aiuta a descriverlo, come `name` o `id`. I valori nelle celle sono conosciuti come **valori attributo**. Queste definizioni sono normalmente usate nei GIS, quindi è bene familiarizzare con esse.


Nel vettore `protected_areas`, ci sono due **elementi**, che sono rappresentati dai due poligoni visibili nell'area mappa.

---


**Nota:** Per capire che cosa rappresentano i **campi** ed i **valori attributo**, può essere necessario trovare della documentazione (o dei metadati) che descrivano il significato dei valori attributo. Questa è di solito disponibile dal creatore del dataset.

---

Poi, vedremo come un record nella tabella attributi è collegato ad un elemento poligono che vediamo all'area mappa.

- Andiamo indietro alla finestra principale di QGIS.
- Nella *Barra Attributi*, clicca sul pulsante  Seleziona Elemento.
- Assicurati che il vettore `protected_areas` sia ancora selezionato nel pannello *Layers*.
- Muovi il mouse sull'area mappa e clicca col tasto sinistro sul più piccolo dei due poligoni. Il poligono diventerà giallo ad indicare che è selezionato.
- Torna alla finestra *Tabella Attributi*, dovresti vedere un record (riga) evidenziata. questi sono i valori attributo del poligono selezionato.

Puoi anche selezionare un elemento usando la Tabella Attributi.

- Nella finestra *Tabella Attributi*, all'estrema sinistra, clicca sul numero di riga del record che non è selezionato.
- Torna alla finestra principale di QGIS e guarda l'area mappa. Dovresti vedere il più grande dei poligoni colorato di giallo.
- Per deselegionare l'elemento, vai alla finestra *Tabella Attributi* e clicca sul pulsante  Deseleziona tutto.

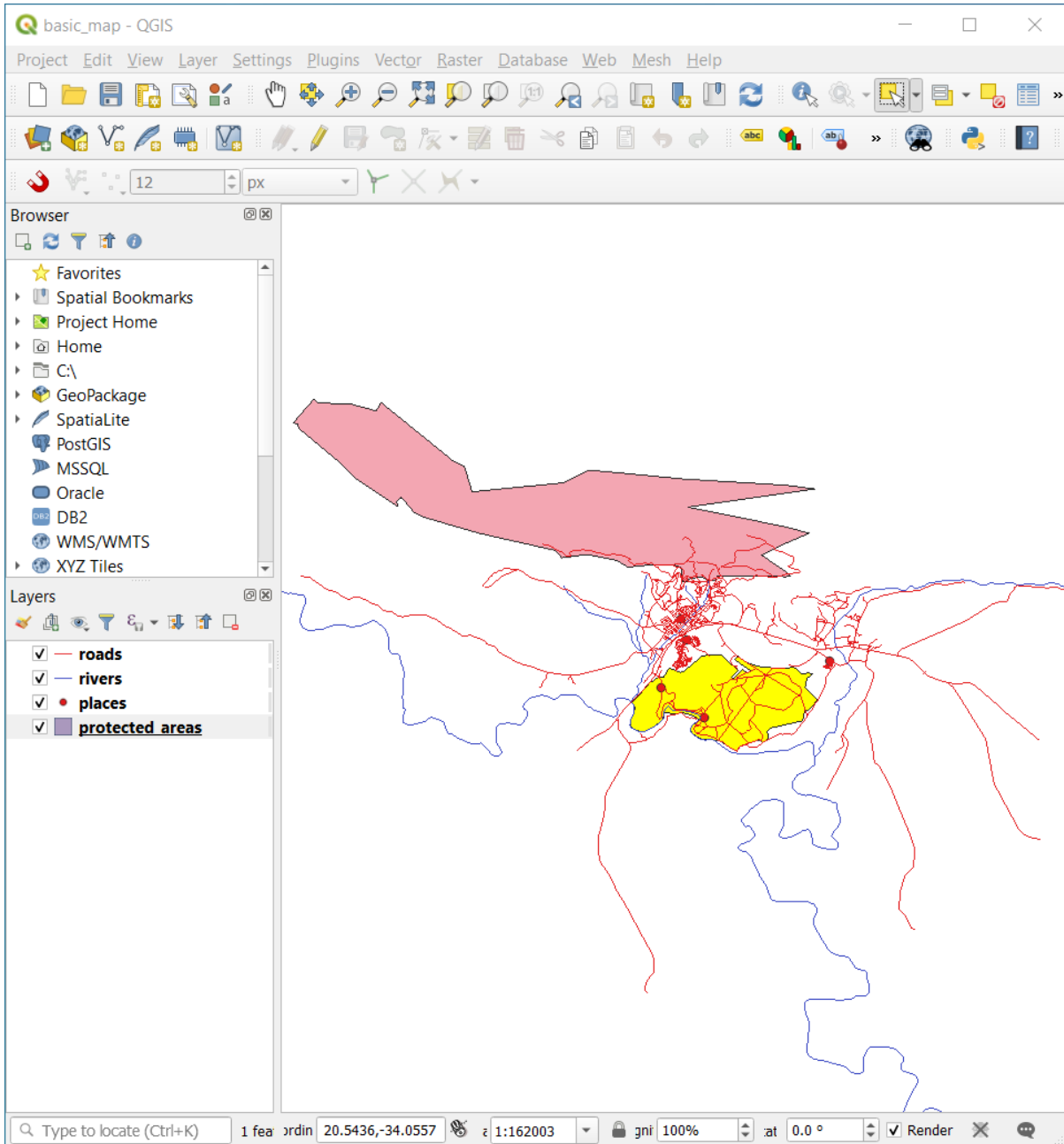
A volte ci sono molti elementi visibili sull'area mappa e può essere difficile vedere quale elemento è selezionato dalla Tabella Attributi. Un altro modo per trovare la locazione di un elemento è usare lo strumento *Flash Feature*.

- Nella *Tabella Attributi*, clicca col tasto destro una qualunque cella della riga con il valore attributo `r2855697` nel campo `full_id`.
- Nel menu contestuale, clicca su *Flash Feature* e guarda l'area mappa.

Dovresti vedere il poligono lampeggiare in rosso. Se non lo vedi, riprova.

Un altro utile strumento è *Zoom all'elemento*, che dice a QGIS di zoommare all'elemento di interesse.





protected\_areas :: Features Total: 2, Filtered: 2, Selected: 1

|   | full id    | osm id    | osm type | boundary       | is in         | leisure         | name           | type     | wikidata | wi   |
|---|------------|-----------|----------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------|----------|------|
| 1 | r2855697   | 2855697   | relation | protected_a... | Western Ca... | nature_reser... | Bontebok N...  | boundary | Q892884  | en:B |
| 2 | w187055916 | 187055916 | way      | protected_a... | Western Ca... | nature_reser... | Marloth Nat... | NULL     | NULL     | NUL  |

Show All Features

protected\_areas :: Features Total: 2, Filtered: 2, Selected: 1

|   | full id    | osm id    | osm type | boundary       | is in         | leisure         | name           | type     | wikidata | wi   |
|---|------------|-----------|----------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------|----------|------|
| 1 | r2855697   | 2855697   | relation | protected_a... | Western Ca... | nature_reser... | Bontebok N...  | boundary | Q892884  | en:B |
| 2 | w187055916 | 187055916 | way      | protected_a... | Western Ca... | nature_reser... | Marloth Nat... | NULL     | NULL     | NUL  |

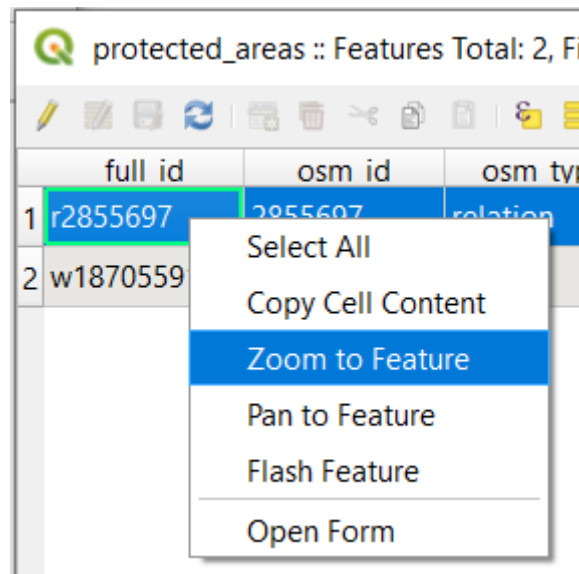
Show All Features

protected\_areas :: Features Total: 2, Filte

|   | full id    | osm id    | osm type |
|---|------------|-----------|----------|
| 1 | r2855697   | 2855697   | relation |
| 2 | w187055916 | 187055916 | way      |

- Select All
- Copy Cell Content
- Zoom to Feature
- Pan to Feature
- Flash Feature
- Open Form

1. Nella *Attribute Table*, clicca con il tasto destro su una qualunque cella della riga con il valore attributo `r2855697` nel campo `full_id`.
2. Nel menu contestuale, clicca su *Zoom all'elemento*



Guarda l'area mappa. Il poligono dovrebbe ora occupare tutta l'estensione dell'area mappa. Ora puoi chiudere la tabella attributi.

### 3.1.2 Try Yourself Esplorare gli attributi dei vettori dati

1. Quanti campi sono disponibili nel vettore *rivers*?
2. Dicci qualcosa riguardo i punti `town` nel dataset.
3. Apri la tabella attributi per il vettore *places*. Quale campo sarà il più utile da rappresentare come etichetta e perché?

*Controlla i risultati*

### 3.1.3 In Conclusion

Ora sai come utilizzare la tabella attributi per vedere quali sono i dati che stai utilizzando. Qualunque dataset ti sarà utile solo se ha gli attributi che ti interessano. Se conosci quali attributi ti servono, puoi velocemente decidere se potrai usare un dato dataset, o se devi cercarne un altro con i dati attributi necessari.

### 3.1.4 What's Next?


Attributi diversi sono utili per scopi diversi. Alcuni di loro possono essere rappresentati direttamente come testo perché l'utilizzatore della mappa li possa vedere. Imparerai come fare nella prossima lezione.




## 3.2 Lesson: Etichette

Le etichette possono essere aggiunte ad una mappa per mostrare qualunque informazione di un oggetto. Qualunque vettore può avere delle etichette associate. Queste etichette prendono il contenuto dagli attributi dati del vettore.

**Obiettivo di questa lezione:** Applicare ad un vettore delle etichette utili e di bell'aspetto.

### 3.2.1 Follow Along: Utilizzare le etichette

Prima, assicurati che il pulsante  sia visibile nella GUI.

1. Vai all'elemento di menu *Impostazioni*  *Barre strumenti*
2. Assicurati che l'elemento *Barra delle etichette* abbia il segno di spunta vicino. Se non lo ha, clicca sull'elemento *Barra delle etichette* per attivarlo.
3. Clicca sul vettore `places` nel pannello *Layer* in modo che sia evidenziato
4. Clicca sul pulsante  sulla barra strumento per aprire la scheda *Etichette* del pannello *Stile Layer*
5. Cambia da *Non mostrare etichete* a  *Etichette Singole*

Devi scegliere quale campo fra gli attributi dev'essere usato per le etichette. Nella lezione precedente, hai deciso che il campo `name` era quello più adatto a questo scopo.


6. Seleziona `name` dalla lista *Valore*:
7. Clicca su *Applica*

La mappa ora dovrebbe avere etichette come questa:

### 3.2.2 Follow Along: Cambiare le opzioni dell'etichetta

A seconda degli stili che hai scelto per la mappa nelle lezioni precedenti, potresti trovare che le etichette non sono formattate correttamente e potrebbero sovrapporsi o essere troppo lontane dal loro simbolo.

---

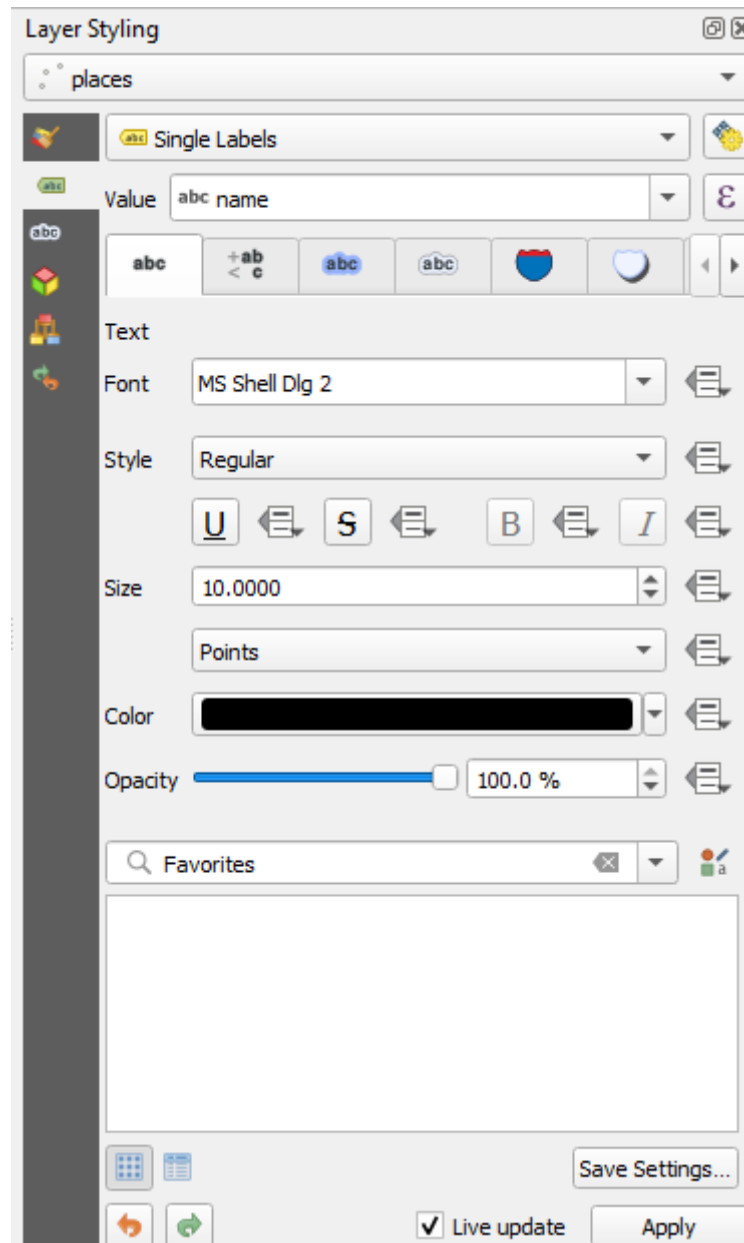
**Nota:** Sopra, hai usato il pulsante  nella *Barra etichette* per aprire il pannello *Stile Layer*. Come per la *Simbologia*, le stesse opzioni per le etichette sono disponibili sia tramite il pannello *Stile Layer* sia con la finestra di dialogo *Proprietà Layer*. Qui userai il dialogo *Proprietà Layer*.

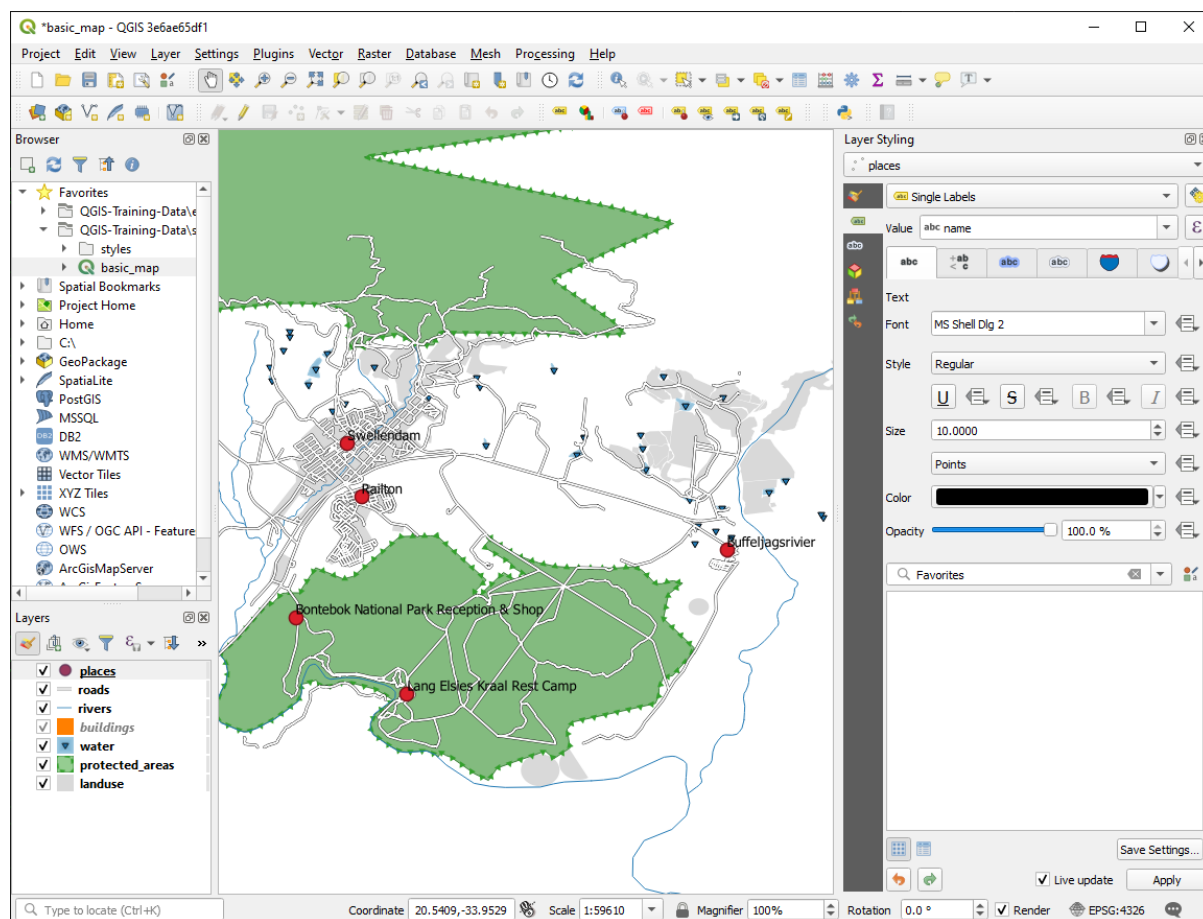
---

1. Apri il dialogo *Proprietà Layer* facendo doppio clic sul vettore `places`
  2. Seleziona la scheda *Etichette*
  3. Assicurati che sia selezionato *Testo* dalla lista delle opzioni a sinistra, poi modifica le opzioni di formattazione del testo in modo che corrispondano a quelle mostrate qui:
  4. Clicca su *Applica*
- Quel carattere può essere maggiore e più familiare agli utenti, ma la sua leggibilità è ancora dipendente da quali vettori sono disegnati sotto di esso. Per rimediare, dai un'occhiata all'opzione *Buffer*.
5. Seleziona *Buffer* dalla lista di opzioni a sinistra
  6. Seleziona il checkbox *Disegna buffer del testo*, poi scegli le opzioni come mostrato qui:
  7. Clicca su *Applica*

Vedrai che questo aggiunge un buffer o bordo colorato alle etichette, rendendole più visibili sulla mappa:

Ora possiamo affrontare il posizionamento delle etichette in relazione ai loro simboli.





8. Seleziona *Posizionamento* dalla lista di opzioni a sinistra
  9. Seleziona *Intorno al punto* e cambia il valore di *Distanza* in 2.0 Millimetri:
  10. Clicca su *Applica*
- Vedrai che le etichette non si sovrappongono più con i loro simboli.


### 3.2.3 Follow Along: Usare etichette invece di simboli layer

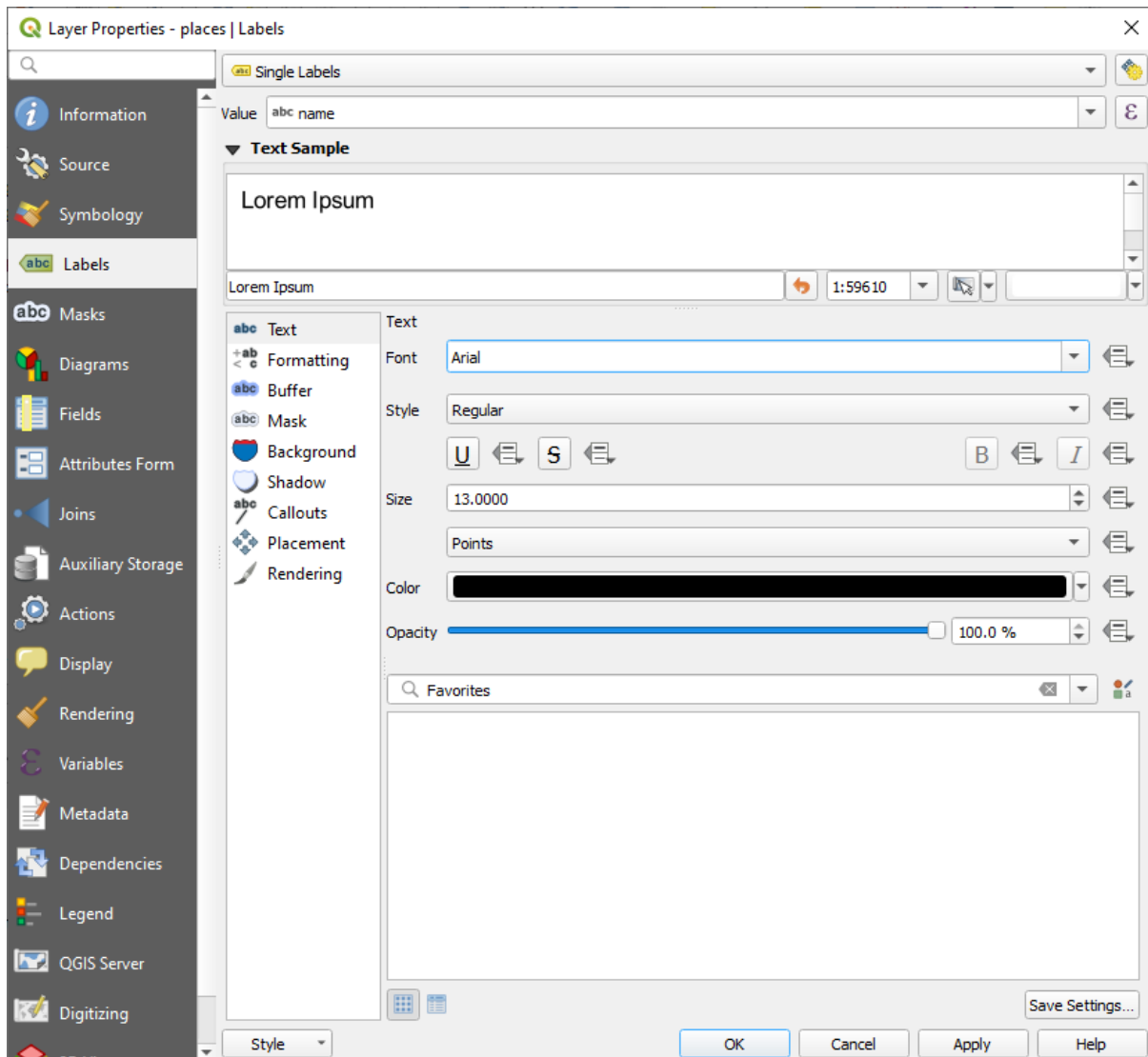
In molti casi, la posizione di un punto non deve essere troppo precisa. Per esempio, molti dei punti nel vettore *places* si riferisce ad intere città o sobborghi, ed il punto associato con questo elemento non è così preciso a larga scala. Infatti, dare un punto troppo preciso può rendere confusa la mappa a qualche lettore.

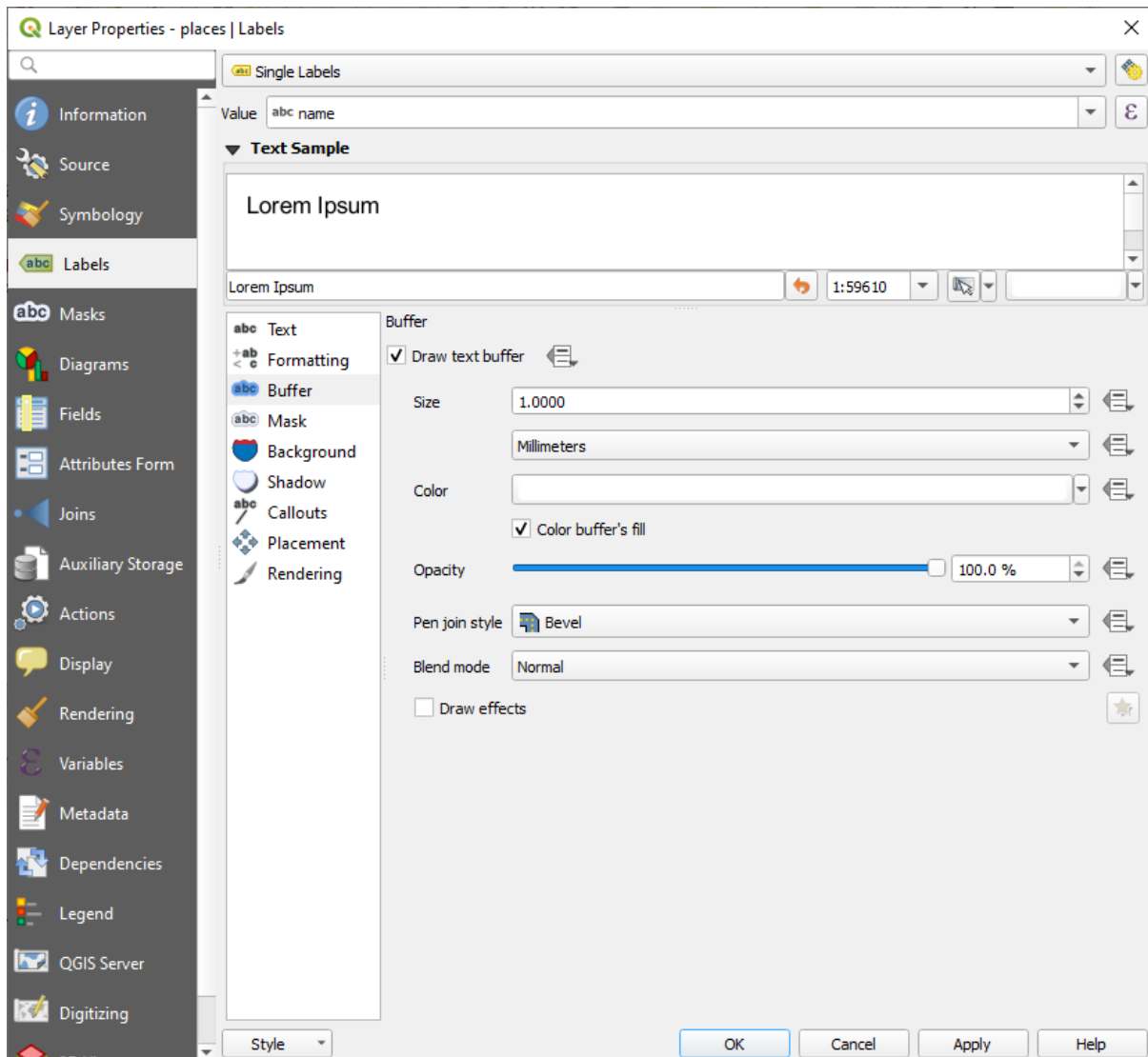
Per fare un esempio: in una mappa del mondo, il punto dato per l'Unione Europea potrebbe essere in qualche parte della Polonia, per esempio. Per un lettore della mappa, vedendo un punto chiamato *Unione Europea* in Polonia, può sembrare che la capitale dell'Unione Europea sia in Polonia.

Quindi, per prevenire questo tipo di equivoco, è spesso utile disattivare i punti simbolo e rimpiazzarli completamente con etichette.

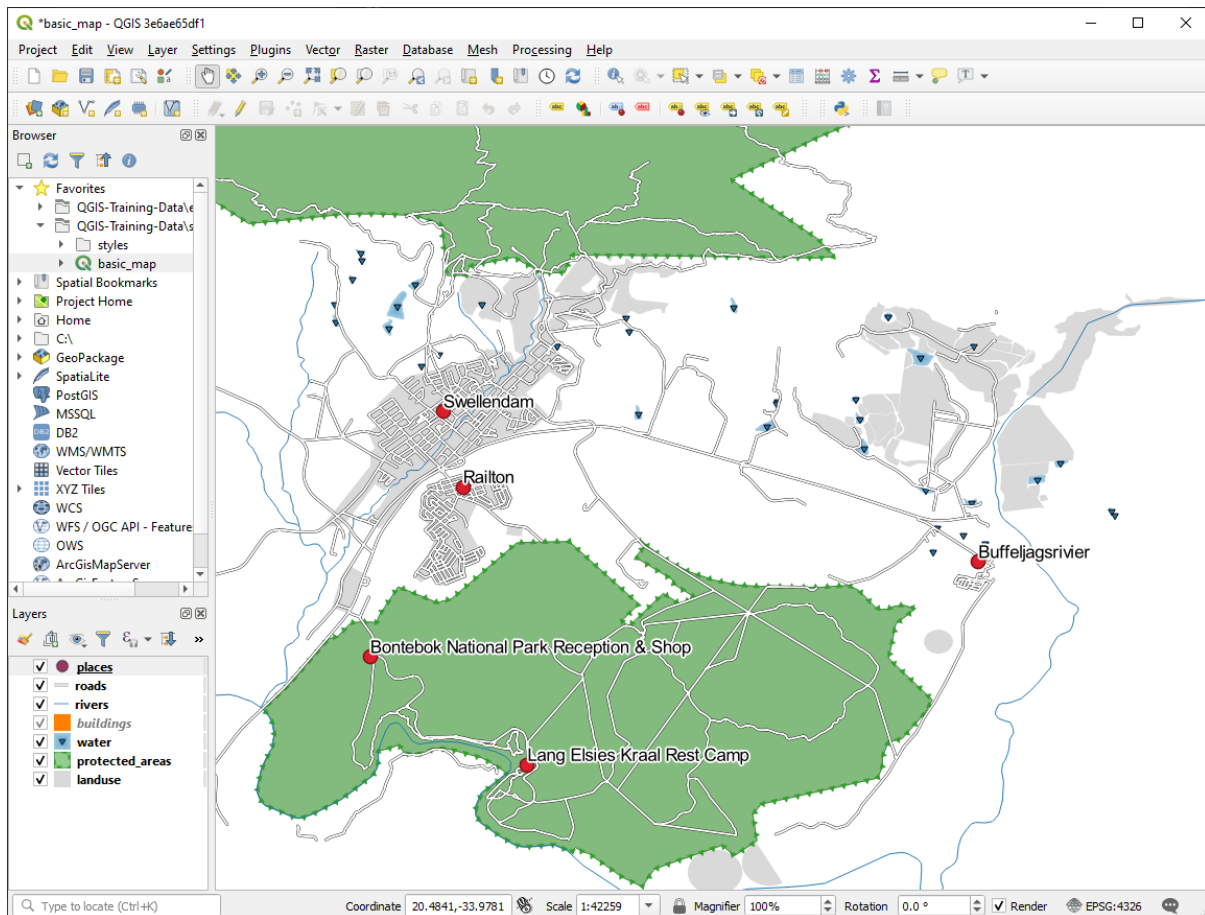
In QGIS, può essere fatto cambiando la posizione delle etichette perché vengano disegnate sopra i punti a cui si riferiscono.

1. Apri la scheda  *Labels* del dialogo *Proprietà Layer* per il vettore *places*
2. Seleziona l'opzione *Posizionamento* dalla lista di opzioni
3. Clicca sul pulsante *Offset dal punto*










Questo mostrerà le opzioni di *Quadrante* che puoi usare per impostare la posizione dell'etichetta in relazione al simbolo. In questo caso, vogliamo che l'etichetta sia centrata sul simbolo, quindi scegli il quadrante centrale:

4. Nascondi il simbolo modificando la *Smbologia* del vettore come al solito, e imposta la dimensione del *Simbolo* in 0.0:
5. Clicca *Applica* e dovresti vedere questo risultato:

Se rimpicciolisci la mappa, dovresti vedere che alcune etichette scompaiono a scale maggiori per evitare sovrapposizioni. Qualche volta è ciò che si vuole quando si ha a che fare con dataset con molti punti, ma altre volte così si possono perdere informazioni. Per gestire casi come questo c'è un'altra possibilità, che vedremo in un esercizio più avanti nella lezione. Per ora, rimpicciolisci e clicca sul pulsante  nella barra strumenti e vedi cosa succede.

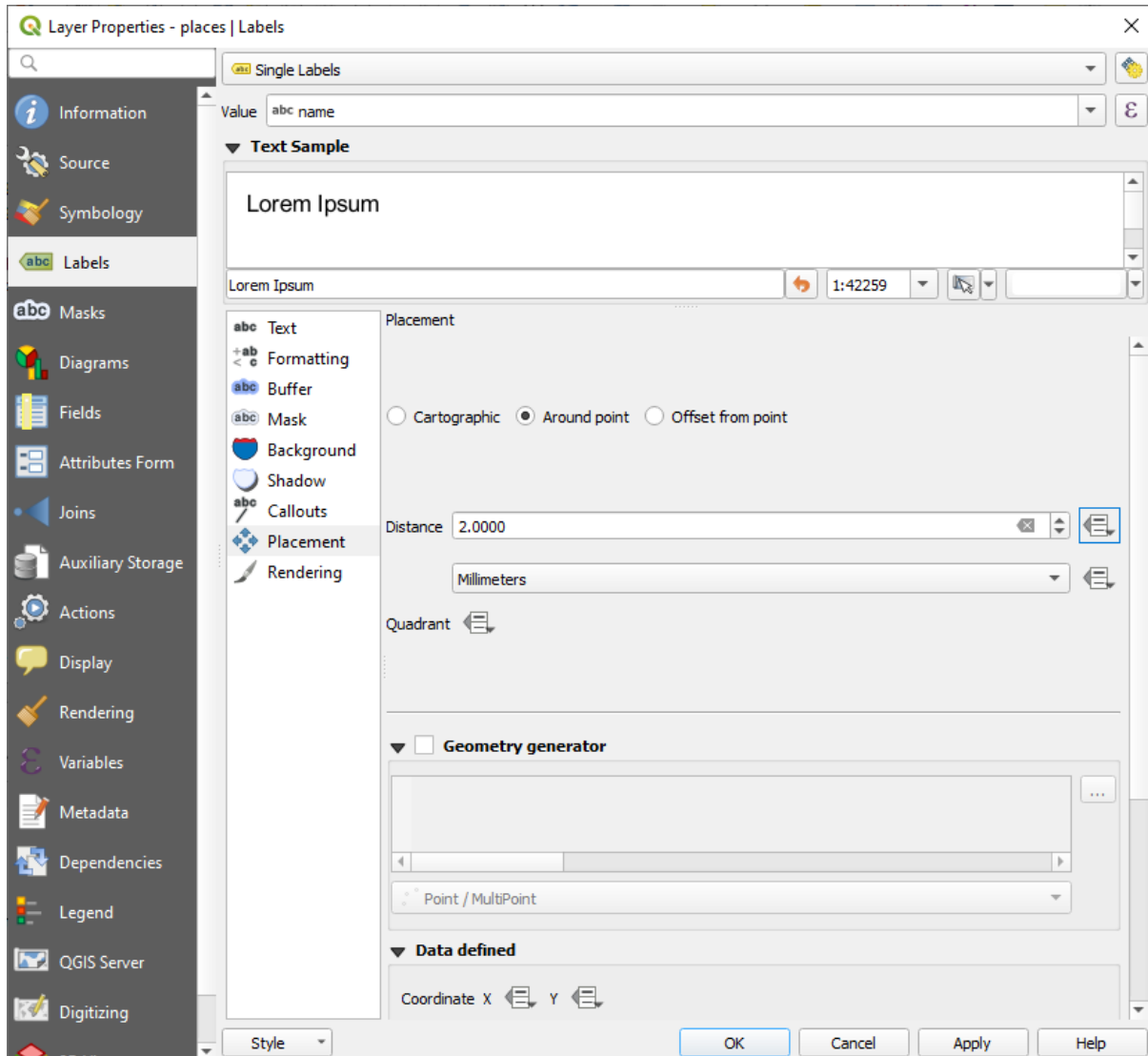
### 3.2.4 Try Yourself Personalizzare le etichette

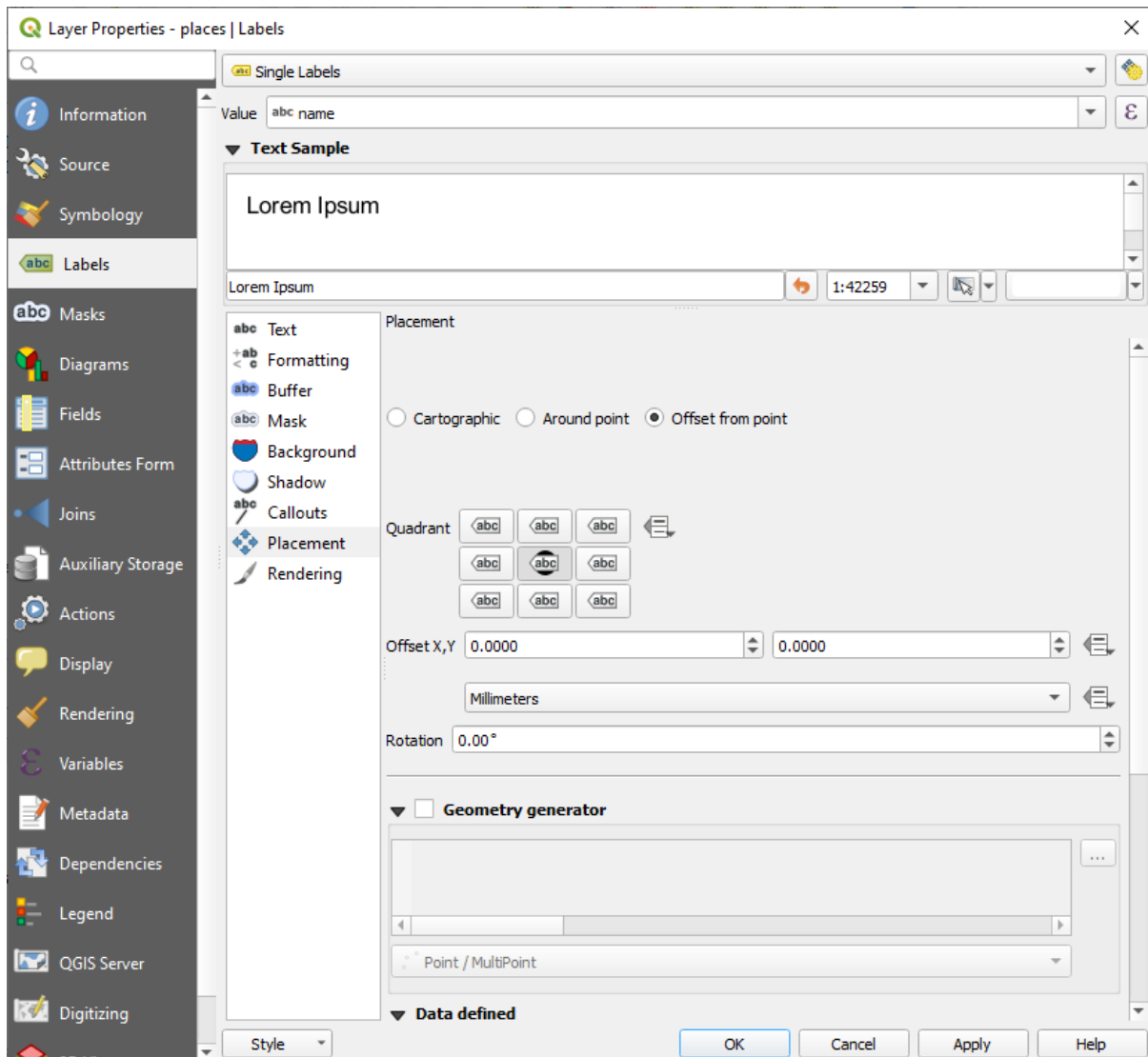
- Ripristina l'etichetta ed il simbolo in modo da avere un simbolo semplice e un'etichetta con un offset di 2.0 Millimetri.

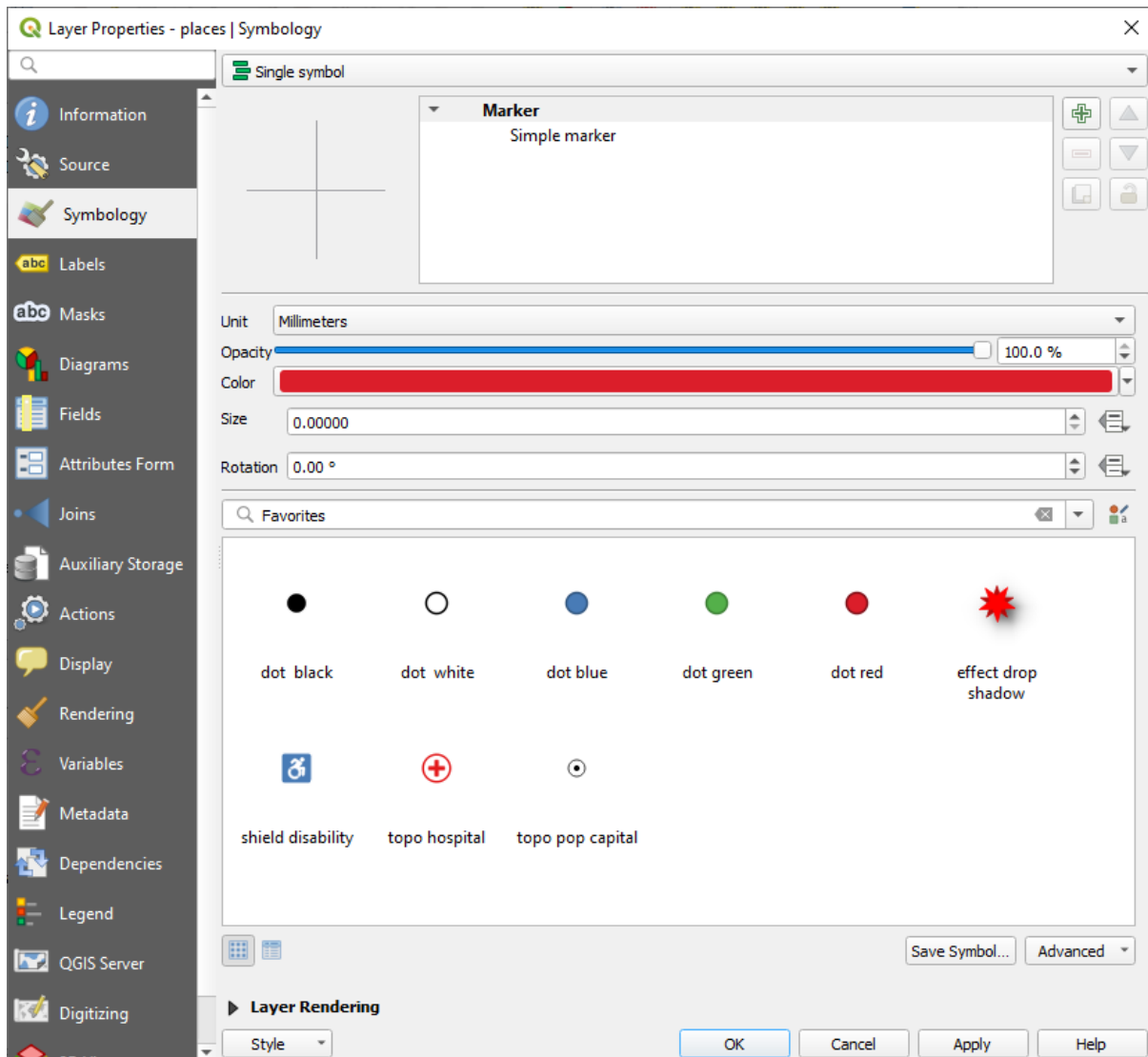
*Controlla i risultati*

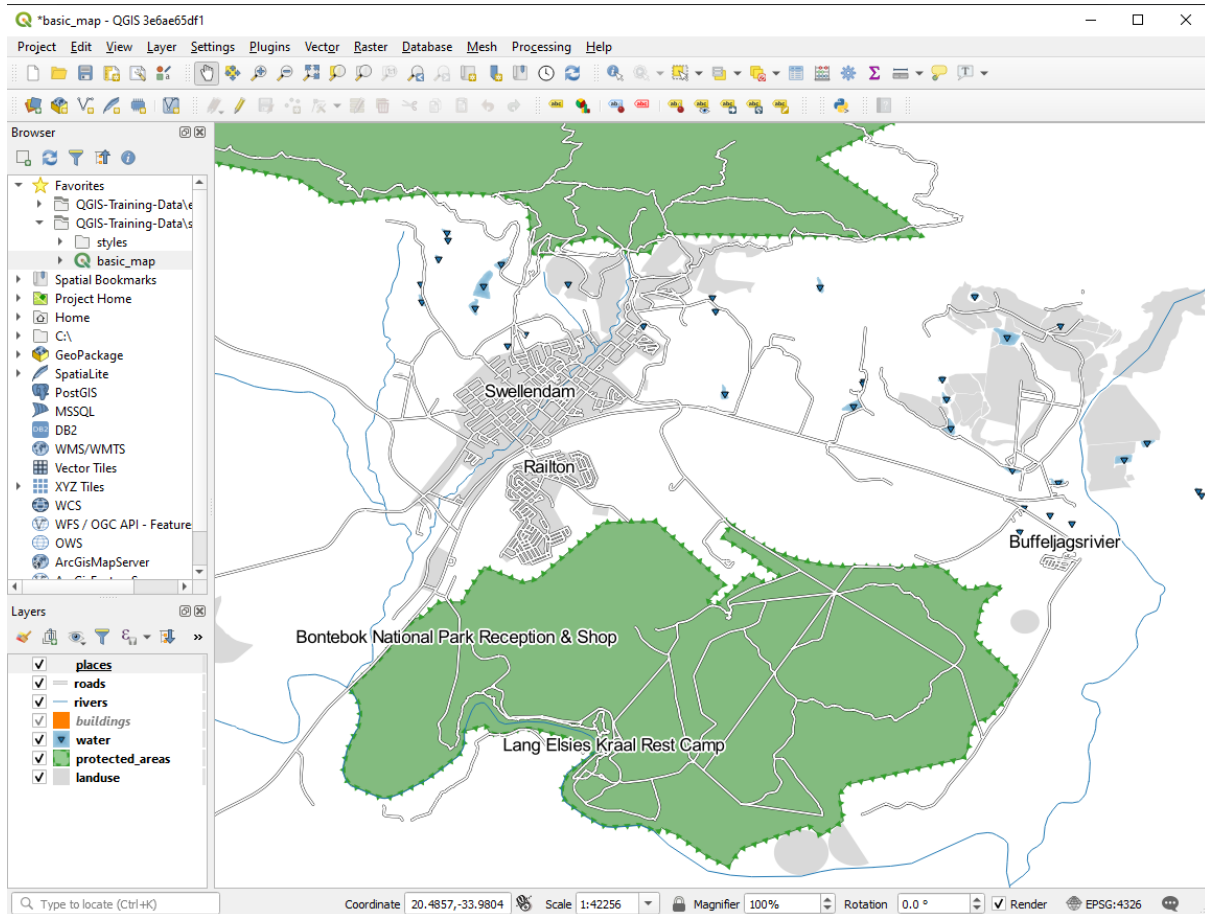
- Imposta la scala della mappa a 1:100000. Puoi farlo scrivendolo nel box *Scala* nella *Barra di Stato*. Modifica le etichette perché siano visibili a questa scala.

*Controlla i risultati*










### 3.2.5 Follow Along: Etichettare linee

Ora che sai come funziona l'etichettatura, c'è un problema in più. Punti e poligoni sono facili da etichettare, ma le linee? Se le etichetti allo stesso modo dei punti, il risultato potrebbe essere come questo:

Ora riformatteremo le etichette del vettore `roads` in modo che siano facili da comprendere.

1. Nascondi il vettore `places` in modo che non ti distraiga
2. Attiva  *Etichette Singole* per il vettore `roads` come fatto in precedenza con `places`
3. Imposta la *Dimensione* carattere a 10 così puoi vedere più etichette
4. Ingrandisci l'area della città Swellendam
5. Nella scheda *Posizionamento* della scheda *Etichette*, imposta i seguenti valori:

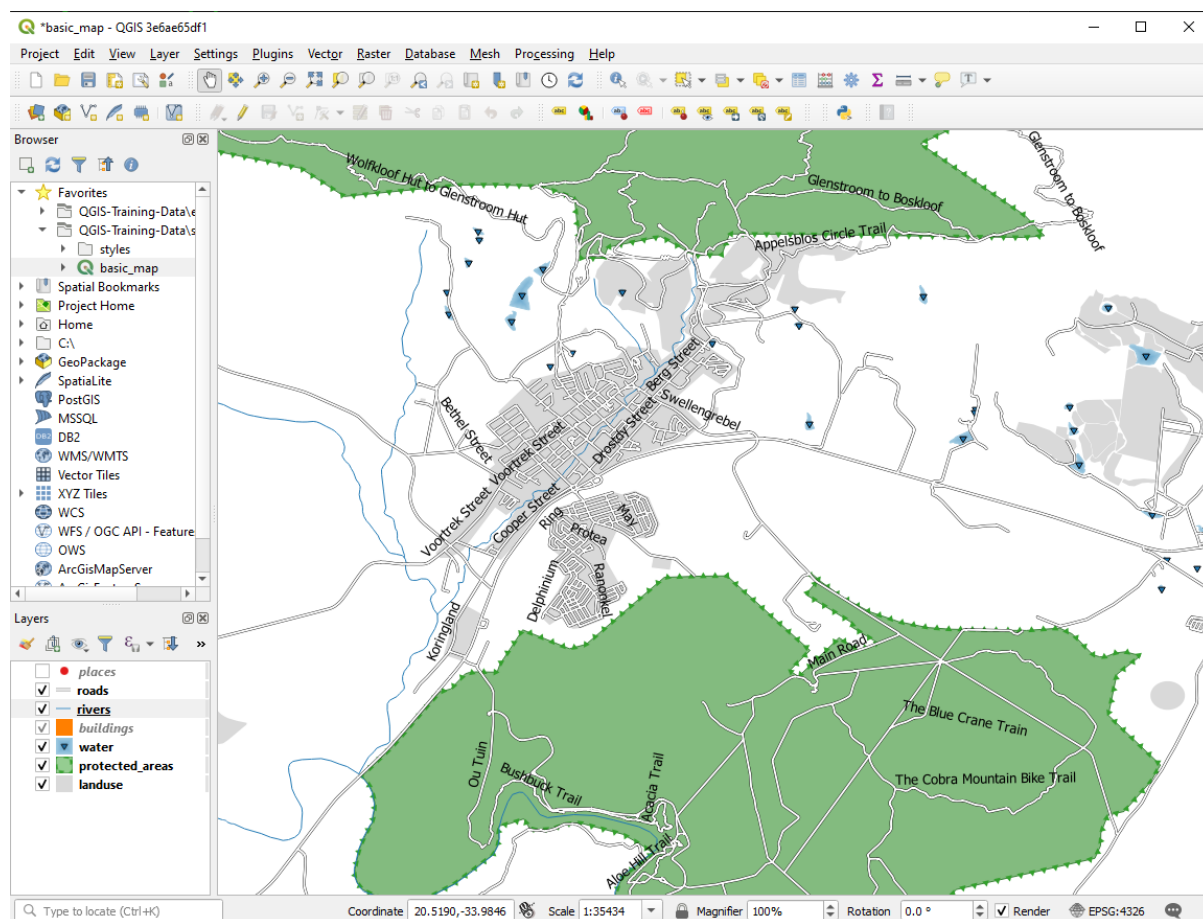
Probabilmente troverai che lo stile del testo è stato impostato con valori predefiniti e le etichette sono difficili da leggere. Modifica *Testo* per usare un *Colore* grigio scuro a nero e *Buffer* con un *Color* giallo chiaro.

La mappa apparirà simile a questa, dipende dalla scala:

Vedrai che i nomi delle strade appariranno più di una volta e non è sempre necessario. Per evitare che avvenga:

6. Nella scheda *Etichette* del dialogo *Proprietà Layer*, scegli l'opzione *Visualizzazione* e seleziona *Fondi (merge) le linee connesse per evitare la duplicazione delle etichette* come mostrato:
7. Clicca su *OK*

Un'altra utile funzione serve per evitare la visualizzazione di etichette per elementi troppo corti per essere notati.



8. Nello stesso pannello *Visualizzazione*, imposta il valore di *Elimina etichettatura degli elementi più piccoli di a* 5.00 mm e nota il risultato quando clicchi su *Applica*


Prova anche diverse impostazioni di *Posizionamento*. Come abbiamo visto prima, l'opzione *Orizzontale* in questo caso non è una buona idea, quindi proviamo l'opzione *Curvato*.

9. Seleziona l'opzione *Curvato* nel pannello *Posizionamento* della scheda *Etichette*


Ecco il risultato:

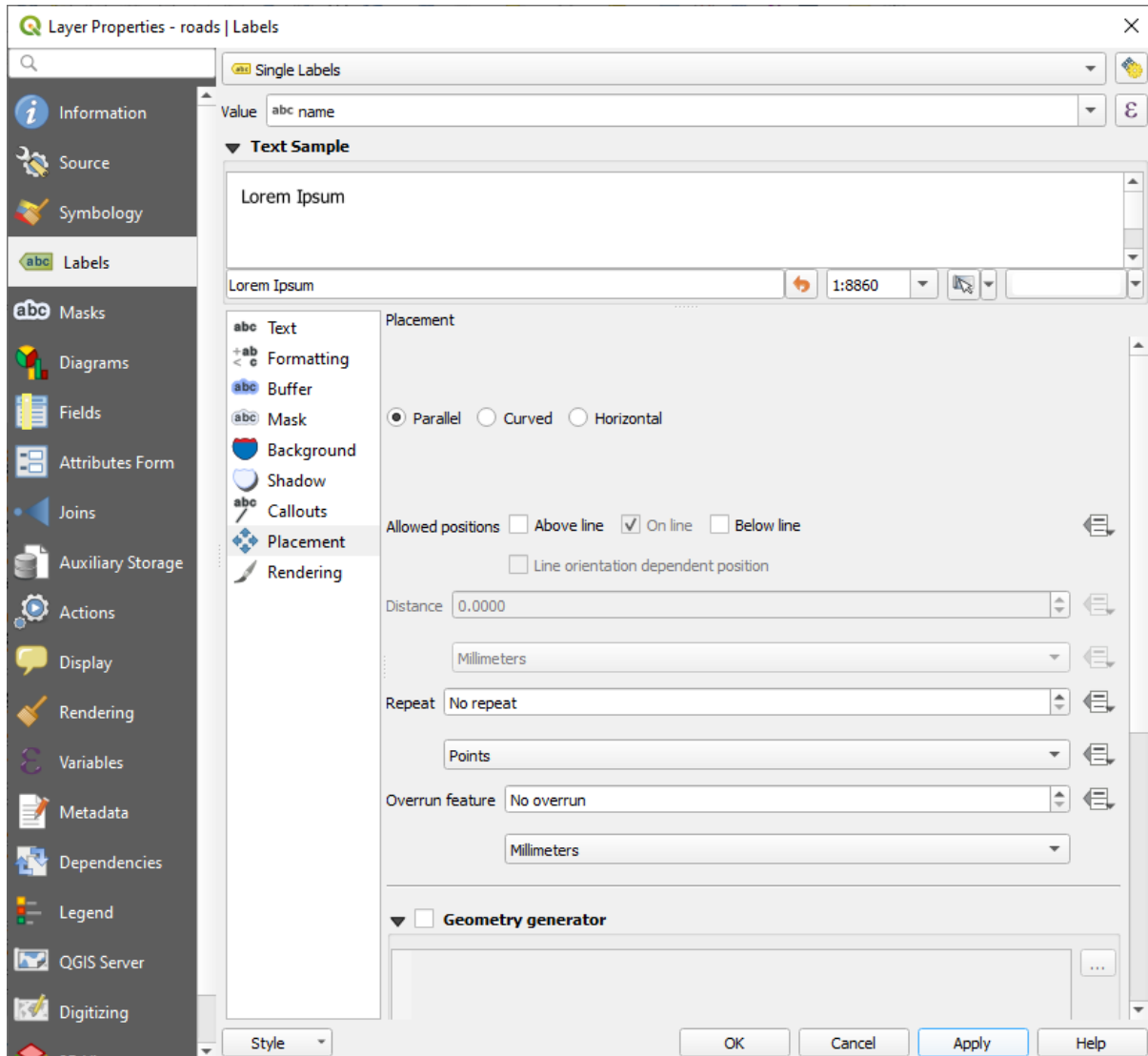
Come puoi vedere, questo nasconde alcune etichette che erano visibili, per la difficoltà di renderle leggibili seguendo le curve delle strade. Questo rende le altre etichette più utili perché seguono le strade invece di fluttuare nello spazio fra di loro. Puoi decidere quale di queste opzioni usare, a seconda di cosa pensi sia più utile o appaia migliore.

### 3.2.6 Follow Along: Impostazioni definite dai dati

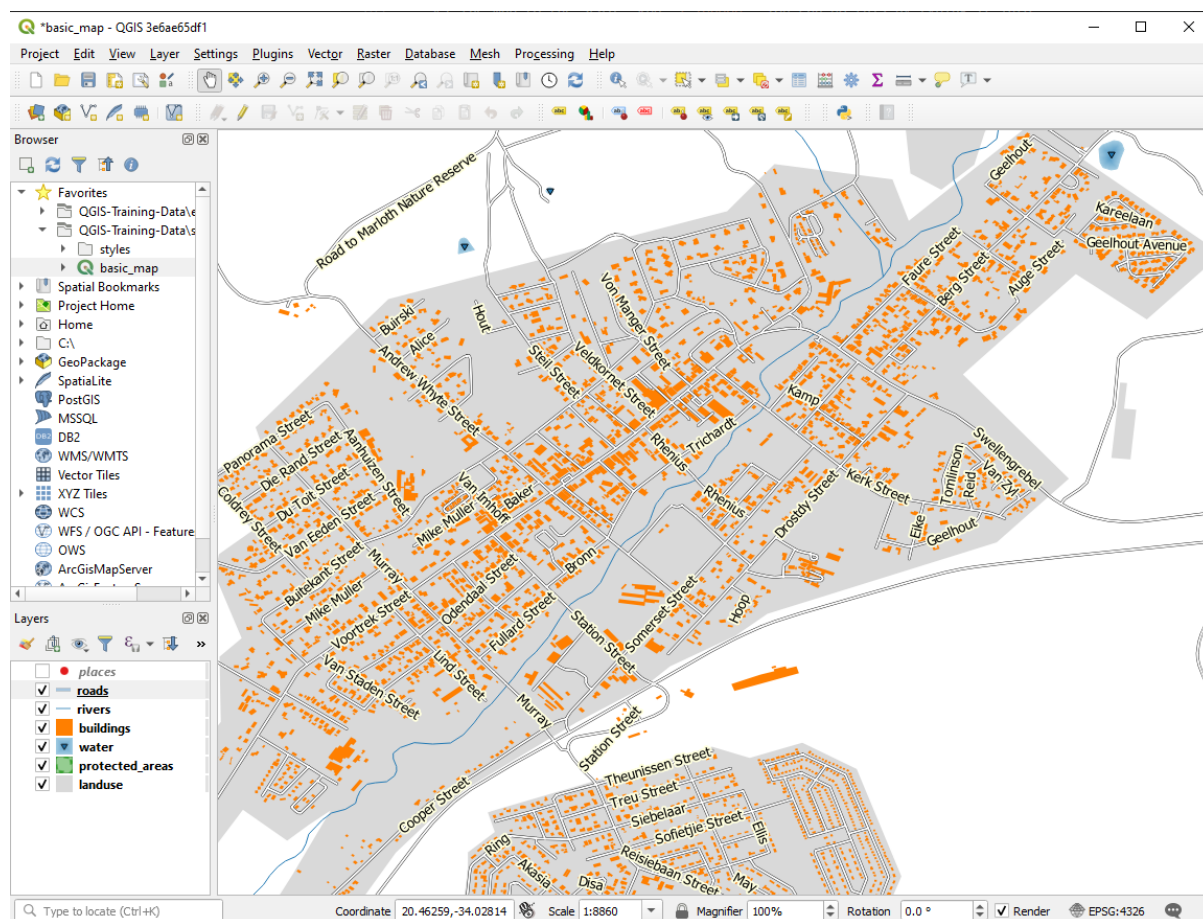
1. Disattiva l'etichettatura per il vettore *roads*
2. Riattiva l'etichettatura per il vettore *places*
3. Apri la tabella attributi per *places* con il pulsante 

C'è un *campo* che ora ci interessa: *place* che definisce il tipo di area urbana per ogni *record*. Possiamo usare questo dato per influenzare lo stile dell'etichetta.

4. Scorri fino al pannello *Text* nel pannello *Etichette* di *places*
5. Clicca il pulsante  vicino al pulsante *Corsivo* sotto a *Stile* e seleziona *Modifica...* per aprire il *Costruttore stringhe espressione*:







6. Sotto *Campi e valori*, fai doppio click su `place` e poi clicca *All Unique*. Questo elencherà tutti i valori univoci del campo `place` di questo vettore. Aggiungi un `=` nell'editor di testo e poi fai doppio click su `town`.



Alternativamente, puoi scrivere direttamente `"place" = 'town'` nell'editor di testo.

7. Clicca *OK* due volte:

Nota che tutte le etichette per i luoghi il cui campo `place` è pari a `town` sono mostrate in corsivo.

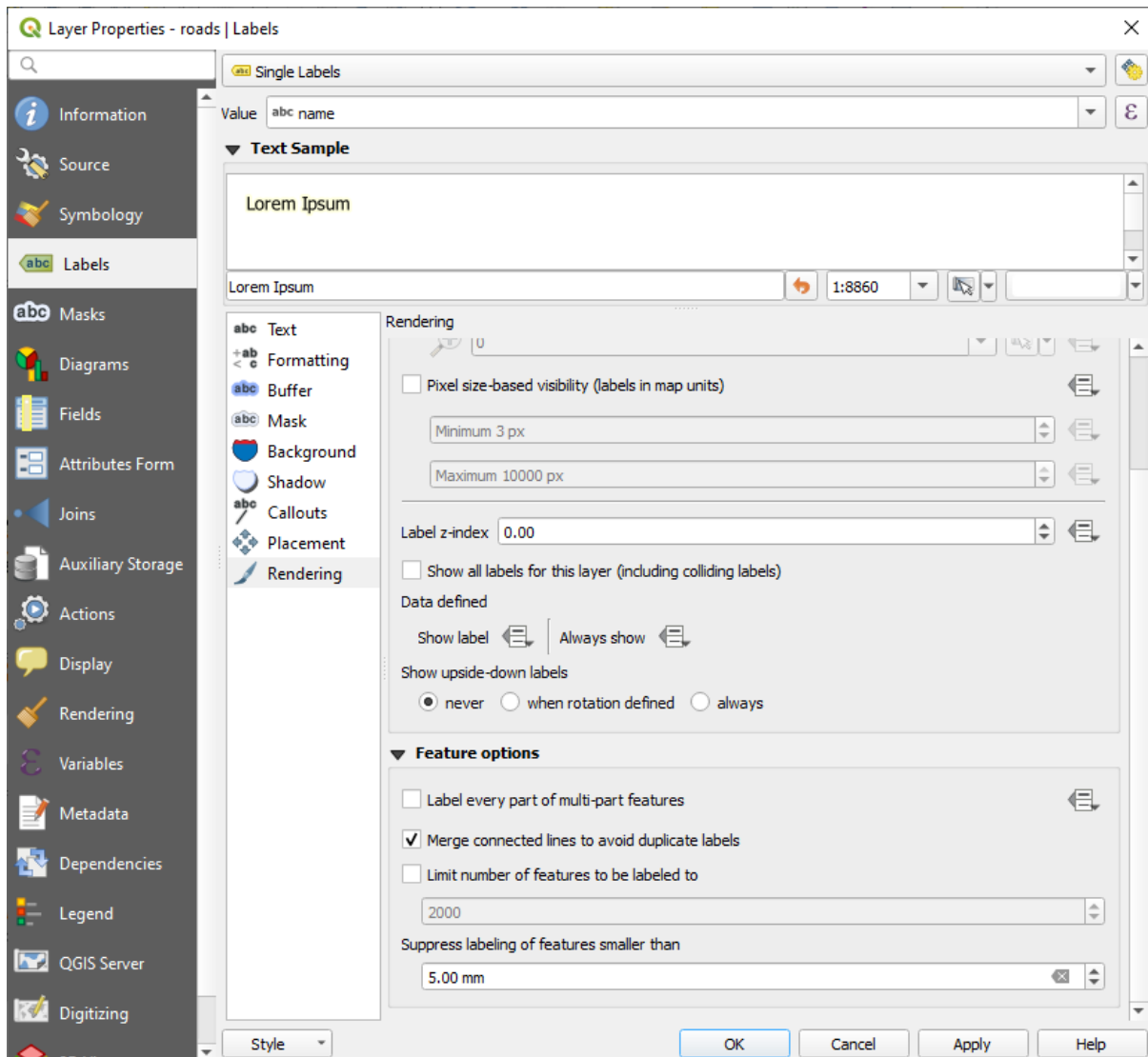
### 3.2.7 Try Yourself Usare le impostazioni definite dai dati

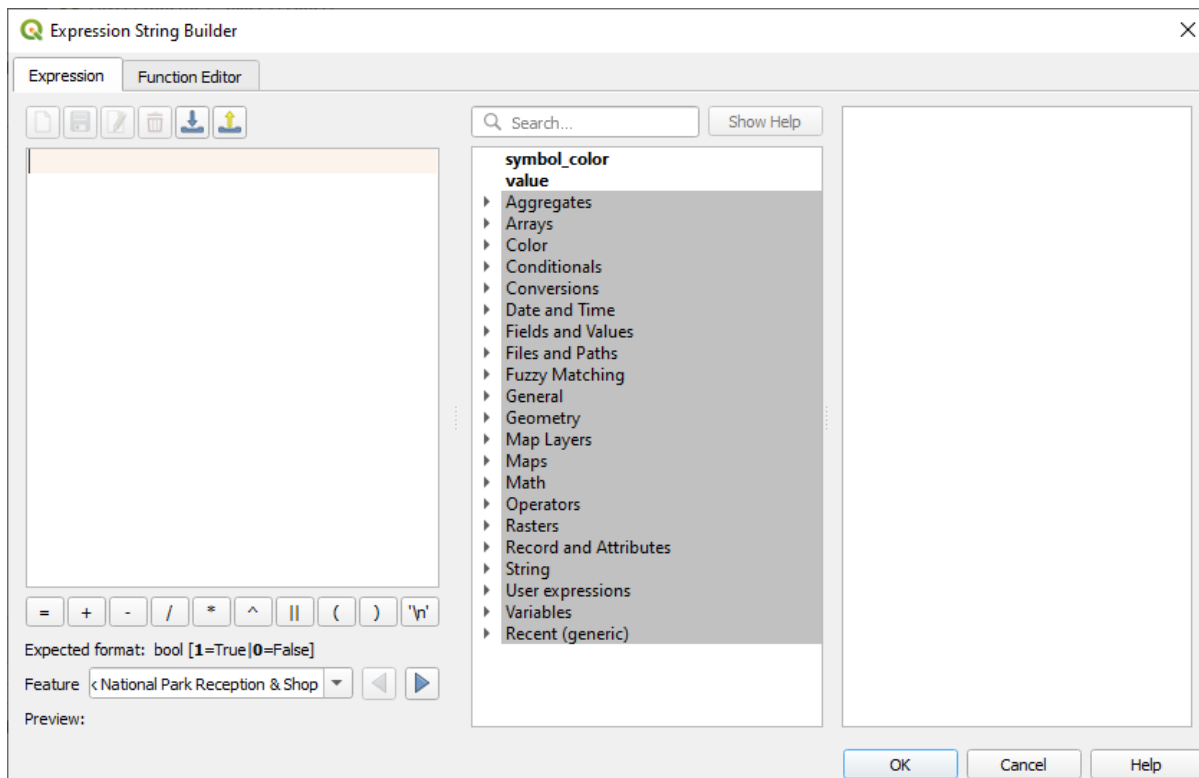
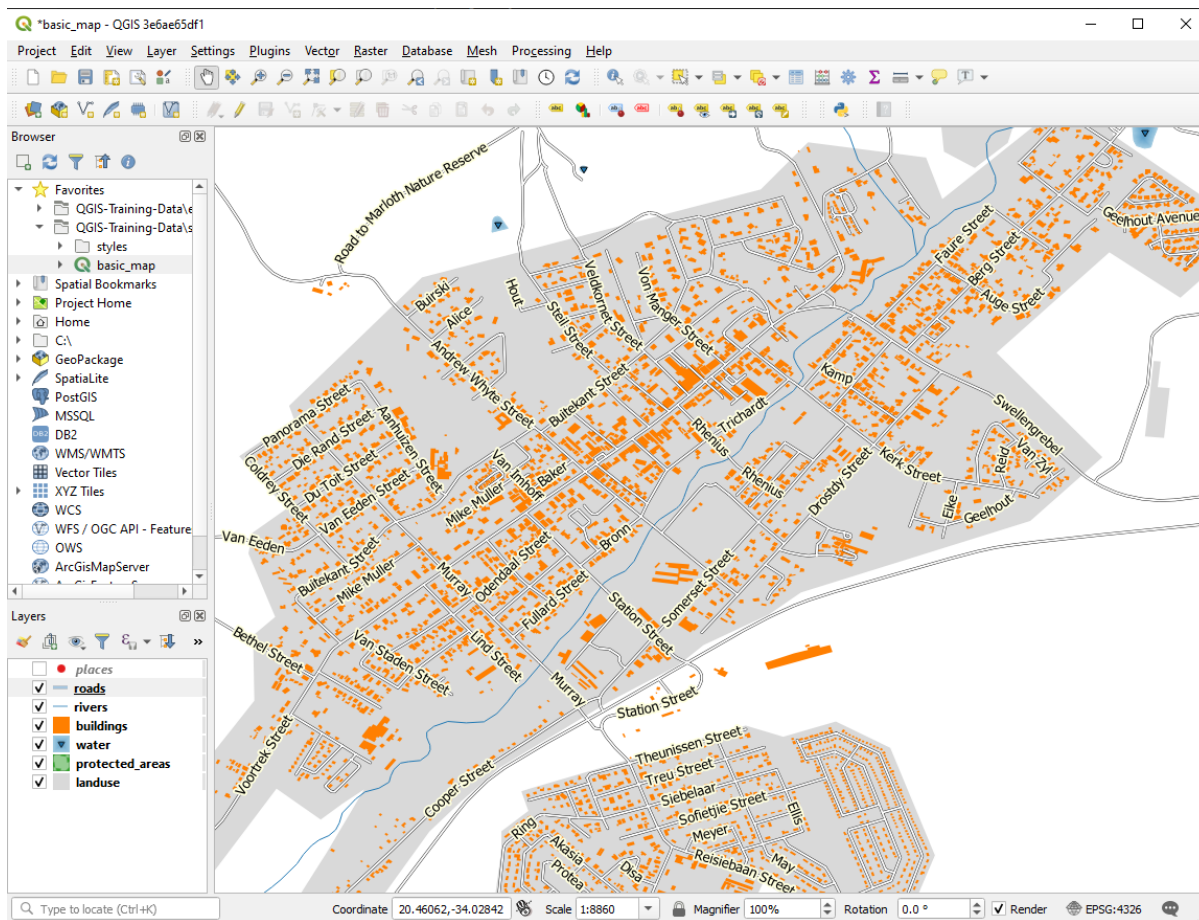
**Nota:** Facciamo un salto in avanti per mostrare alcune impostazioni avanzate per l'etichettatura. Al livello avanzato, si presume che tu conosca il significato di quello che segue. Se non è così, puoi saltare questa sezione e tornarci più tardi quando si è visto il materiale necessario.

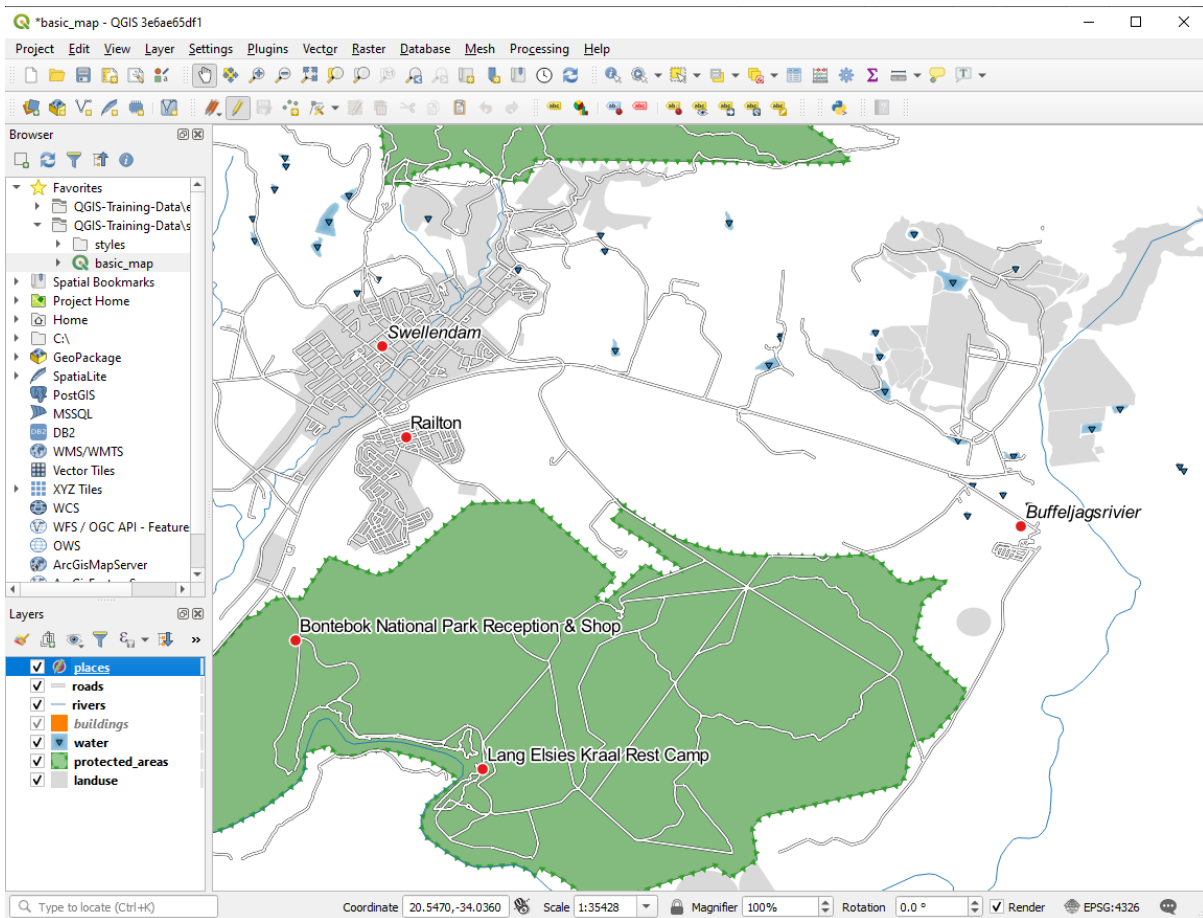
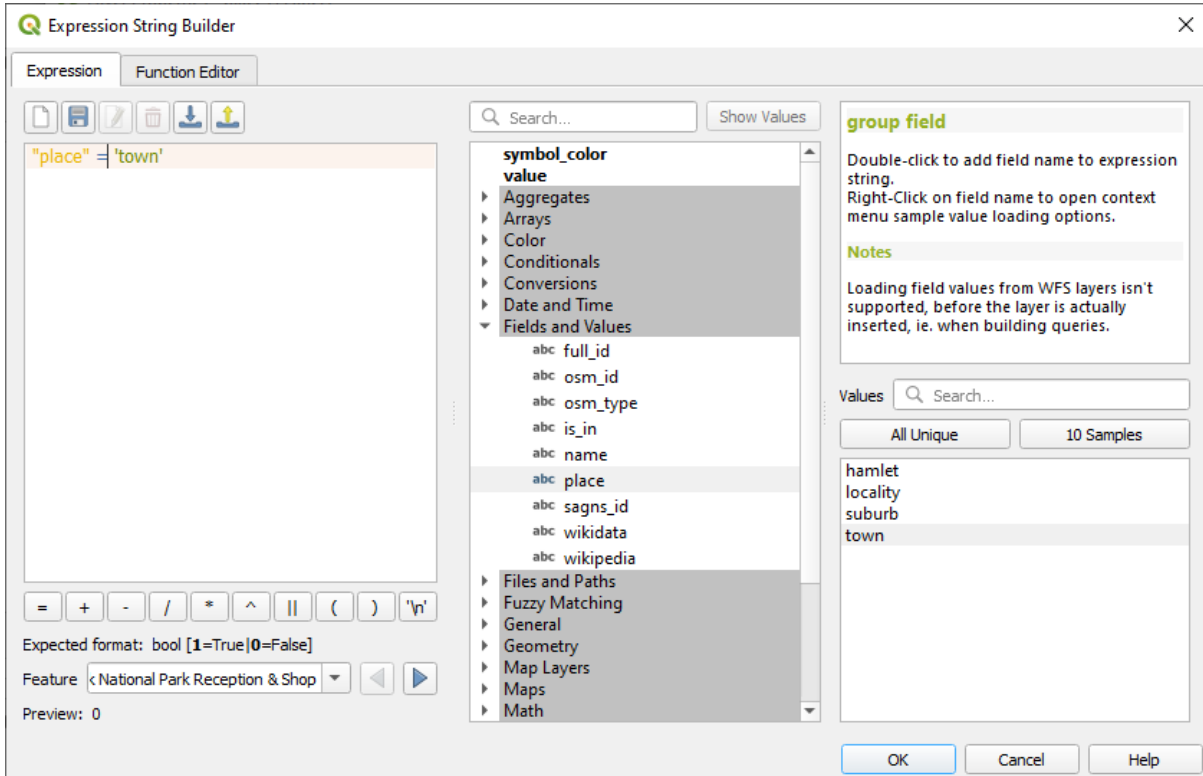
1. Apri la Tabella Attributi per `places`
2. Entra in modalità modifica cliccando il pulsante 
3. Aggiungi una nuova colonna con il pulsante 
4. Configuralo come questo:
5. Usa questo per personalizzare le dimensioni dei caratteri per differenti tipi di luoghi (ogni chiave nel campo `place`)

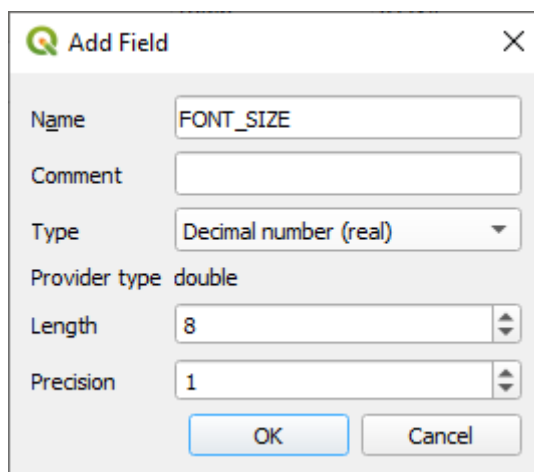
*Controlla i risultati*











### 3.2.8 Ulteriori possibilità con l'etichettatura

In questo corso non possiamo vedere tutte le opzioni, ma stai certo che la scheda *Etichette* ha molte altre utili funzioni. Puoi impostare la visualizzazione basata sulla scala, modificare la priorità di visualizzazione delle etichette in un vettore, ed impostare ogni opzione di etichetta usando gli attributi del vettore. Puoi anche impostare rotazione, la posizione XY, ed altre proprietà di un'etichetta (se hai dei campi attributi assegnati per lo scopo), quindi modifica queste proprietà usando gli strumenti al pulsante principale *Opzioni per le Etichette del layer*:



(Questi strumenti saranno attivi se i necessari campi attributo esistono e sei in modalità modifica.)

Sentiti libero di esplorare altre possibilità del sistema di etichettatura.

### 3.2.9 In Conclusion

Hai imparato come utilizzare gli attributi del vettore per creare etichette dinamiche. Questo può rendere la tua mappa più informativa ed elegante!

### 3.2.10 What's Next?

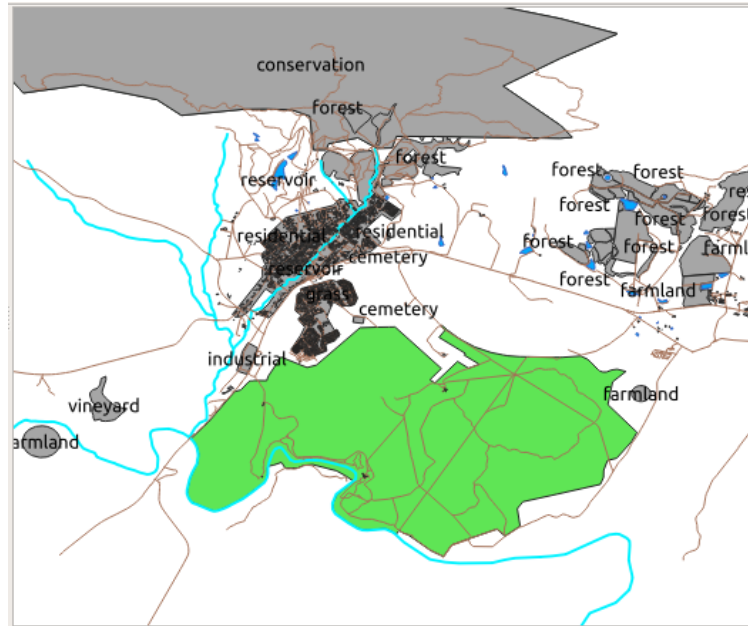
Ora che sai come gli attributi possono fare la differenza visiva per la tua mappa, perché non utilizzarli per cambiare la simbologia dell'oggetto stesso? Questo è l'argomento della prossima lezione!

## 3.3 Lesson: Classificazione

L'etichettatura è un buon metodo per comunicare informazione come i nomi di luoghi individuali, ma non può essere usata per ogni cosa. Per esempio, mettiamo che qualcuno voglia sapere per cosa viene usata ogni area di `landuse`. Utilizzando le etichette, si otterrebbe questo:

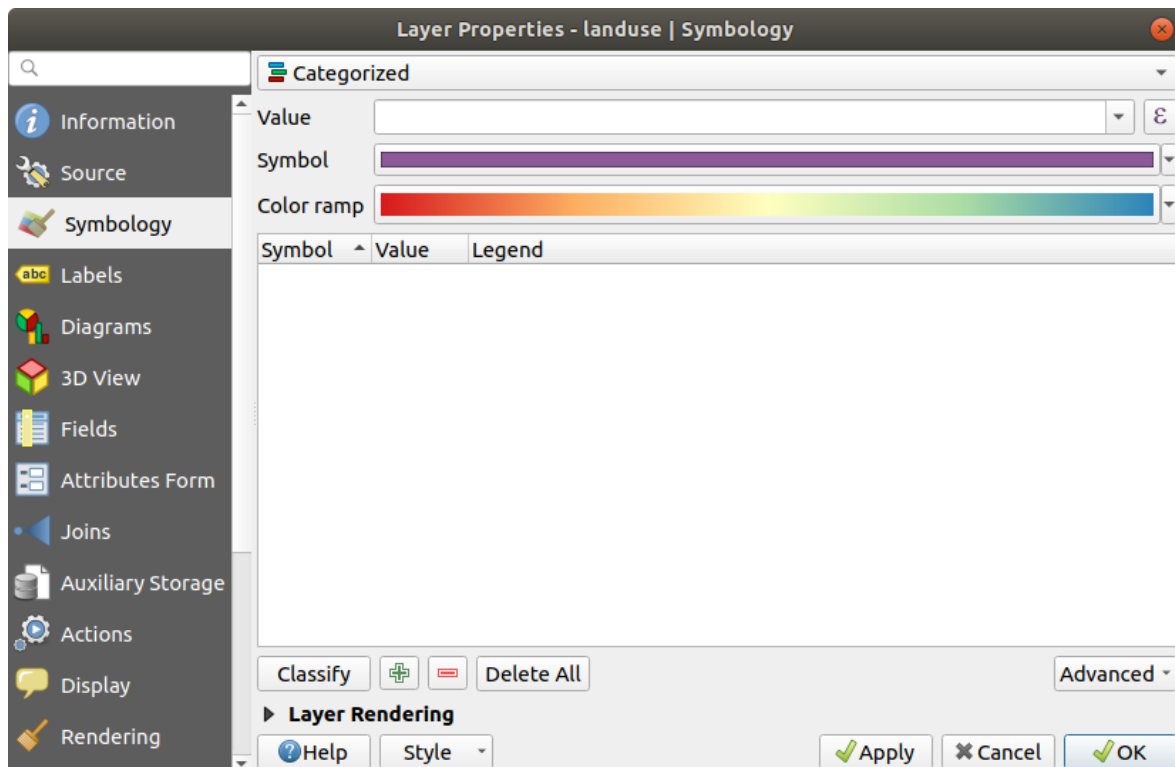
Questo rende la mappa difficile da leggere ed anche sovraccaricata se ci sono numerose aree `landuse` sulla mappa.

**L'obiettivo di questa lezione:** Imparare come classificare efficacemente i dati vettore.

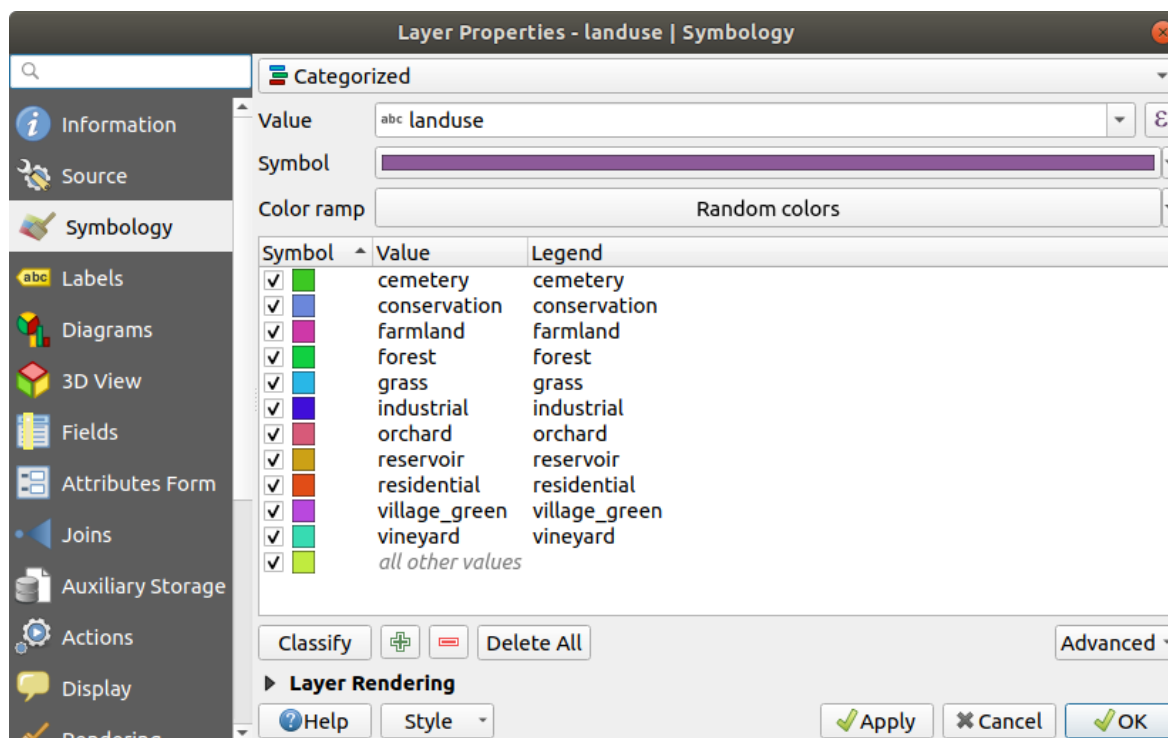


### 3.3.1 Follow Along: Classificare i dati nominali

1. Apri il dialogo *Proprietà Layer* per il vettore *landuse*
2. Vai alla scheda *Simbologia*
3. Clicca sulla lista a scomparsa che dice *Simbolo Singolo* e cambialo in *Categorizzato*:



4. Nel nuovo pannello, cambia *Value* in *landuse* e la *Scala colore* in *Random colors*
5. Clicca il pulsante etichettato *Classifica*
6. Clicca su *OK*



Vedrai qualcosa come questo:

7. Clicca la freccia (o segno più) vicino a landuse nel pannello *Layer*, vedrai le categorie elencate:

Ora i poligoni landuse sono colorati e classificati in modo che aree con lo stesso utilizzo hanno lo stesso colore.

8. Se vuoi, puoi cambiare il simbolo di ogni area facendo doppio click sul blocco colore relativo nel pannello *Layer* o nel dialogo *Proprietà Layer*:

Nota che c'è una categoria vuota:

Questa categoria vuota è usata per colorare tutti gli oggetti che non hanno il valore landuse definito o che hanno un valore *NULL*. Può essere utile tenere questa categoria vuota così le aree con un valore *NULL* vengono ancora rappresentate sulla mappa. Puoi voler cambiare il colore in qualcosa di più rappresentativo per un valore *NULL*.

Ricorda di salvare la mappa ora così non perdi tutte le modifiche duramente ottenute!

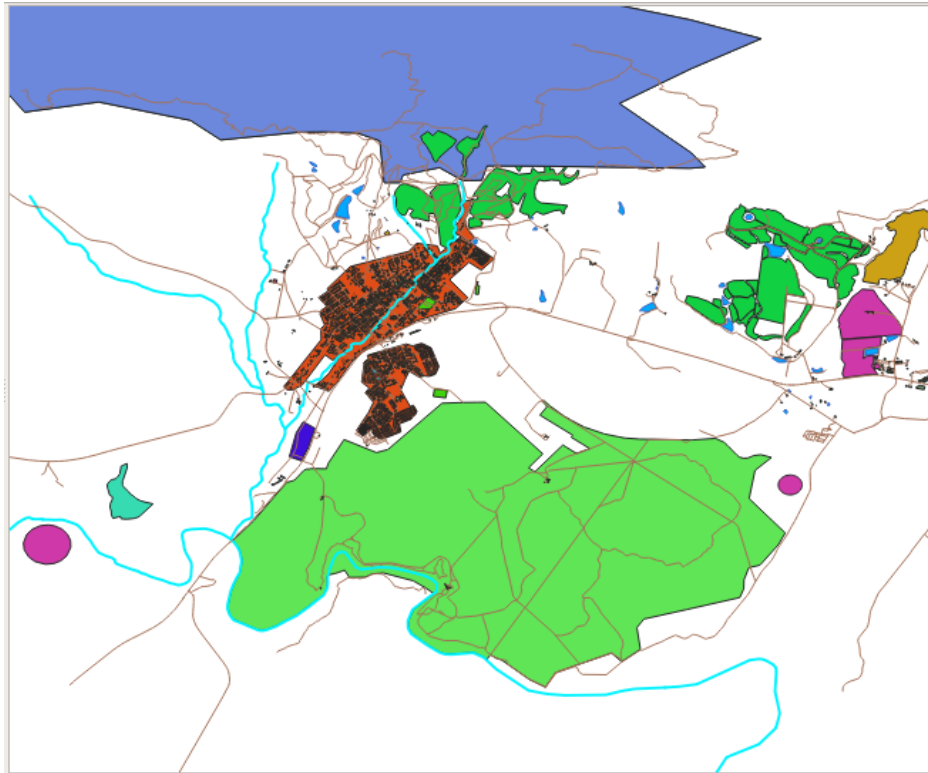
### 3.3.2 Try Yourself Ancora classificazione

Utilizza quanto imparato per classificare il vettore *buildings*. Imposta la categorizzazione in base al campo *building* e usa una scala colore *Spectral*.

---

**Nota:** Ricorda di ingrandire l'area urbana per vedere i risultati.

---



### 3.3.3 Follow Along: Classificazione proporzionale

Ci sono quattro tipo di classificazione: *nominale*, *seriale*, *intervallo* e *proporzionale*.

Nella classificazione **nominale**, le categorie in cui vengono classificati gli oggetti sono basate sul nome; non sono ordinate. Per esempio: nomi di città, codici distrettuali, ecc. I simboli utilizzati per dati nominali non dovrebbero implicare un ordinamento o grandezza.

- Per i punti, possiamo usare simboli di diverse forme.
- Per i poligoni, possiamo usare diversi tipi di tratteggio o diversi colori (evitando di mescolare colori chiari e scuri).
- Per le linee, possiamo usare diversi tratteggi, diversi colori (evitando di mescolare colori chiari e scuri) e diversi simboli lungo le linee.

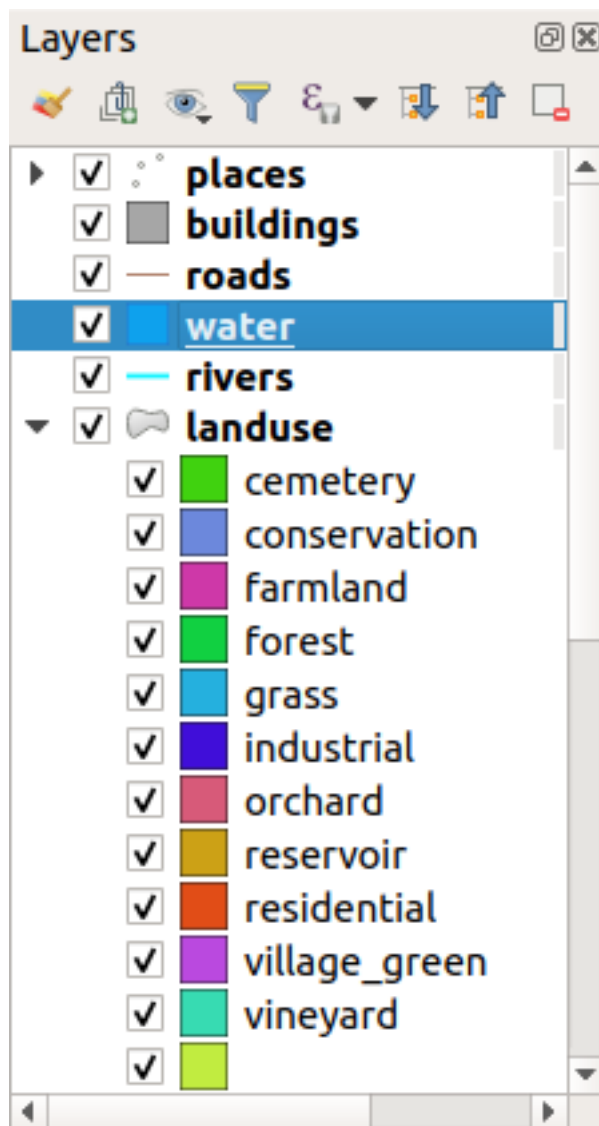
Nella classificazione **seriale**, le categorie sono organizzate in un determinato ordine. Per esempio, alle città del mondo viene dato un punteggio dipendente dalla loro importanza per il commercio mondiale, viaggi, cultura, ecc. I simboli utilizzati per dati ordinali dovrebbero implicare un ordine, ma non una grandezza.

- Per i punti, possiamo usare simboli con colori dal chiaro allo scuro.
- Per i poligoni, possiamo usare gradienti di colori (dal chiaro allo scuro).
- Per le linee, possiamo usare gradienti di colori (dal chiaro allo scuro).

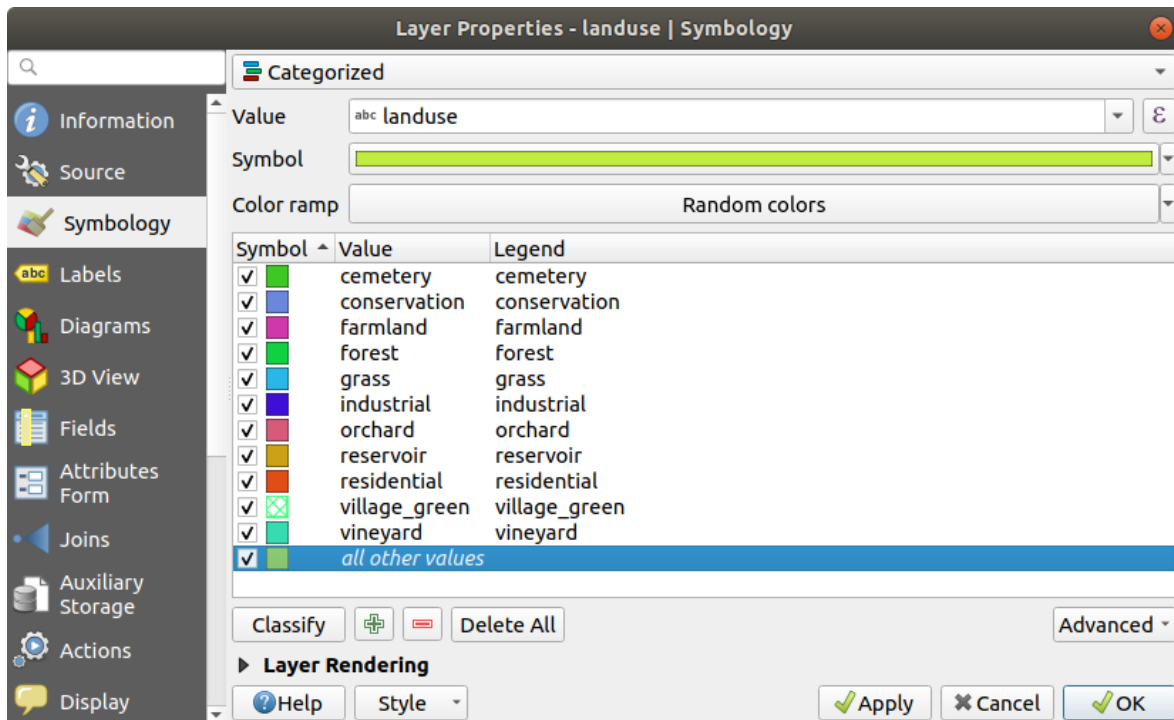
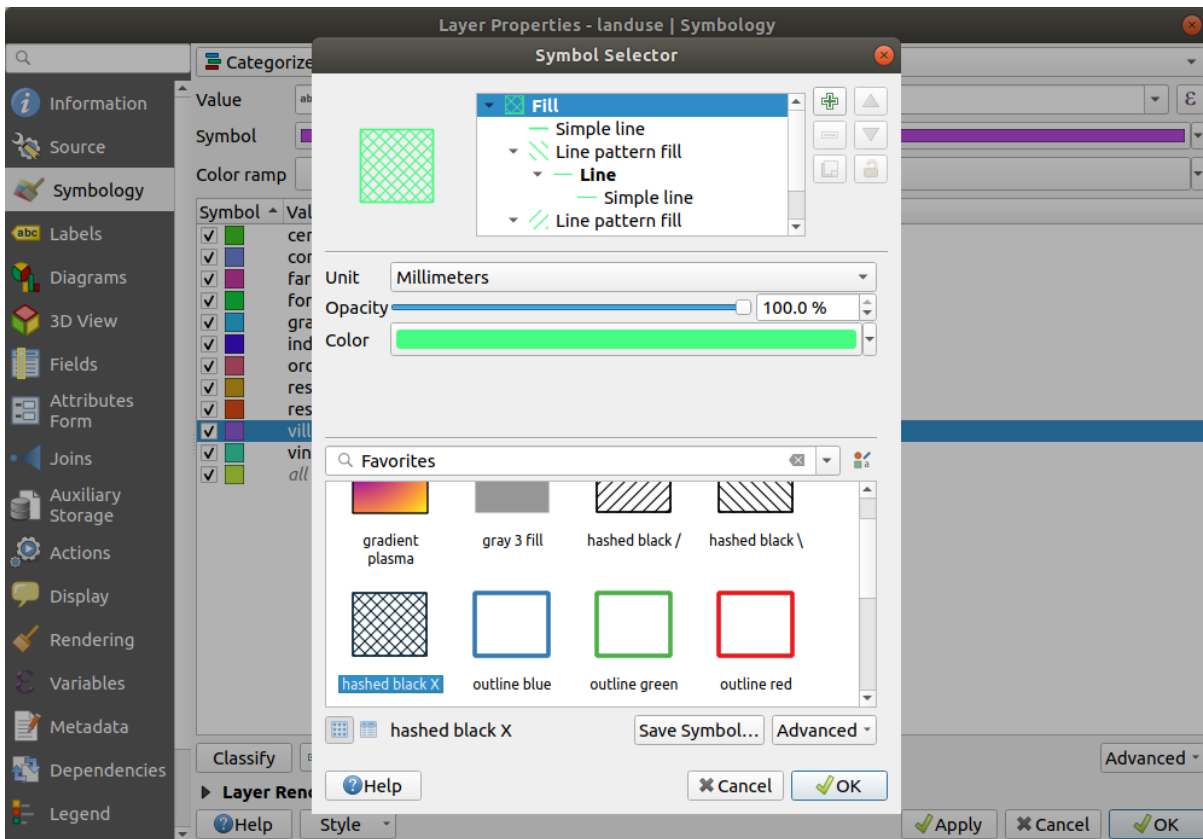
Nella classificazione **intervallo**, i numero sono in una scala con valori positivi, negativi e zero. Per esempio: altezza sopra/sotto il livello del mare, temperatura in gradi. I simboli utilizzati per i dati di intervallo dovrebbero implicare un ordine e una grandezza.

- Per i punti, possiamo usare simboli con dimensione variabile (da piccolo a grande).
- Per i poligoni, possiamo usare gradienti di colore (dal chiaro allo scuro) o aggiungere diagrammi di varia grandezza.
- Per le linee, possiamo usare lo spessore (da sottile a spesso).









Nella classificazione **proporzionale**, i numeri sono in una scala con valori solo positivi o zero. Per esempio: temperatura sopra lo zero assoluto (0 gradi Kelvin), distanza da un punto, il traffico medio per mese in una data strada, ecc. I simboli utilizzati per dati proporzionali dovrebbero implicare un ordine e una grandezza.

- Per i punti, possiamo usare simboli con dimensione variabile (da piccolo a grande).
- Per i poligoni, possiamo usare gradienti di colore (dal chiaro allo scuro) o aggiungere diagrammi di varia grandezza.
- Per le linee, possiamo usare lo spessore (da sottile a spesso).

Nell'esempio precedente, abbiamo usato la classificazione nominale per colorare ogni record nel vettore `landuse` in base al suo attributo `landuse`. Ora useremo la classificazione proporzionale per classificare i record in base all'area.



Stiamo per riclassificare il vettore, quindi le classi esistenti andranno perse se non salvate. Per memorizzare la classificazione corrente:

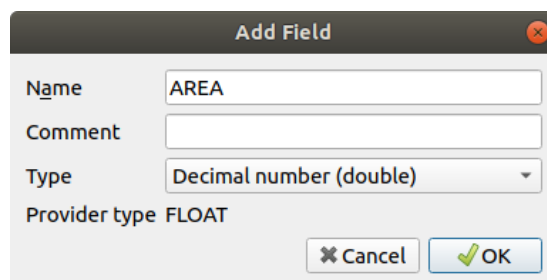
1. Apri il dialogo proprietà del vettore
2. Clicca sul pulsante *Salva Stile ...* nel menu a scomparsa *Stile*.
3. Seleziona *Rinomina stile corrente...*, inserisce `land usage` e premi *OK*.

Le categorie ed i loro simboli sono salvate nelle proprietà del vettore.

4. Ora clicca sulla voce *Aggiungi...* del menu a scomparsa *Stile* e crea un nuovo stile chiamato `ratio`. Questo memorizzerà la nuova classificazione.
5. Chiudi il dialogo *Proprietà Layer*

Vogliamo classificare le aree `landuse` in base alla dimensione, ma c'è un problema: non hanno campo dimensione, quindi dobbiamo farne uno.


1. Apri la Tabella Attributi per il vettore `landuse`.
2. Entra in modalità modifica cliccando il pulsante  Attiva modifiche
3. Aggiungi una nuova colonna di tipo decimale, chiamata `AREA`, usando il pulsante  Nuovo campo




4. Clicca su *OK*

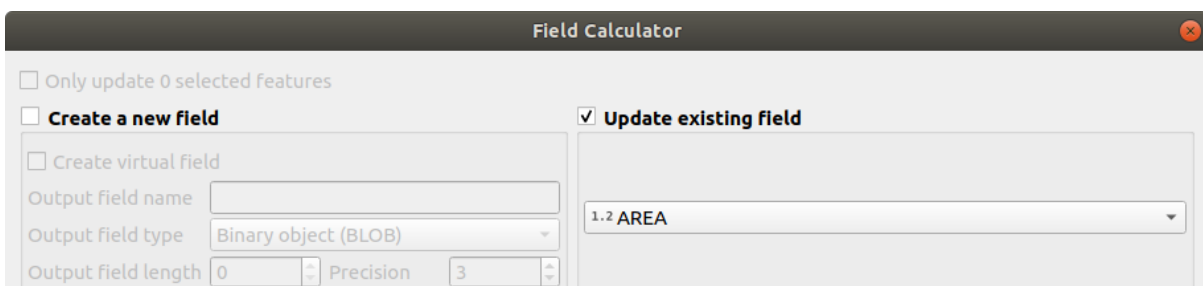
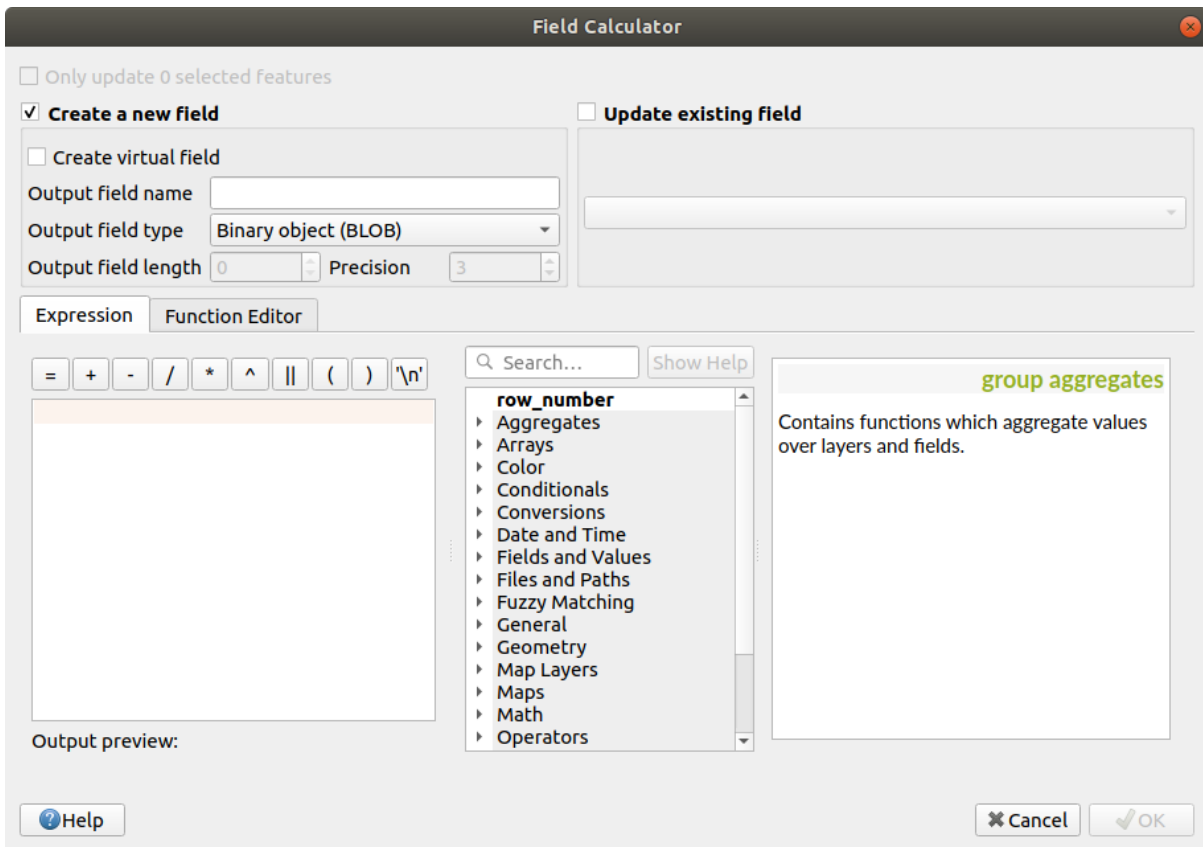
Il nuovo campo sarà aggiunto (all'estrema destra della tabella; potresti dover scorrere orizzontalmente per vederlo). Comunque, al momento non è popolato, ha tutti valori **NULL**.

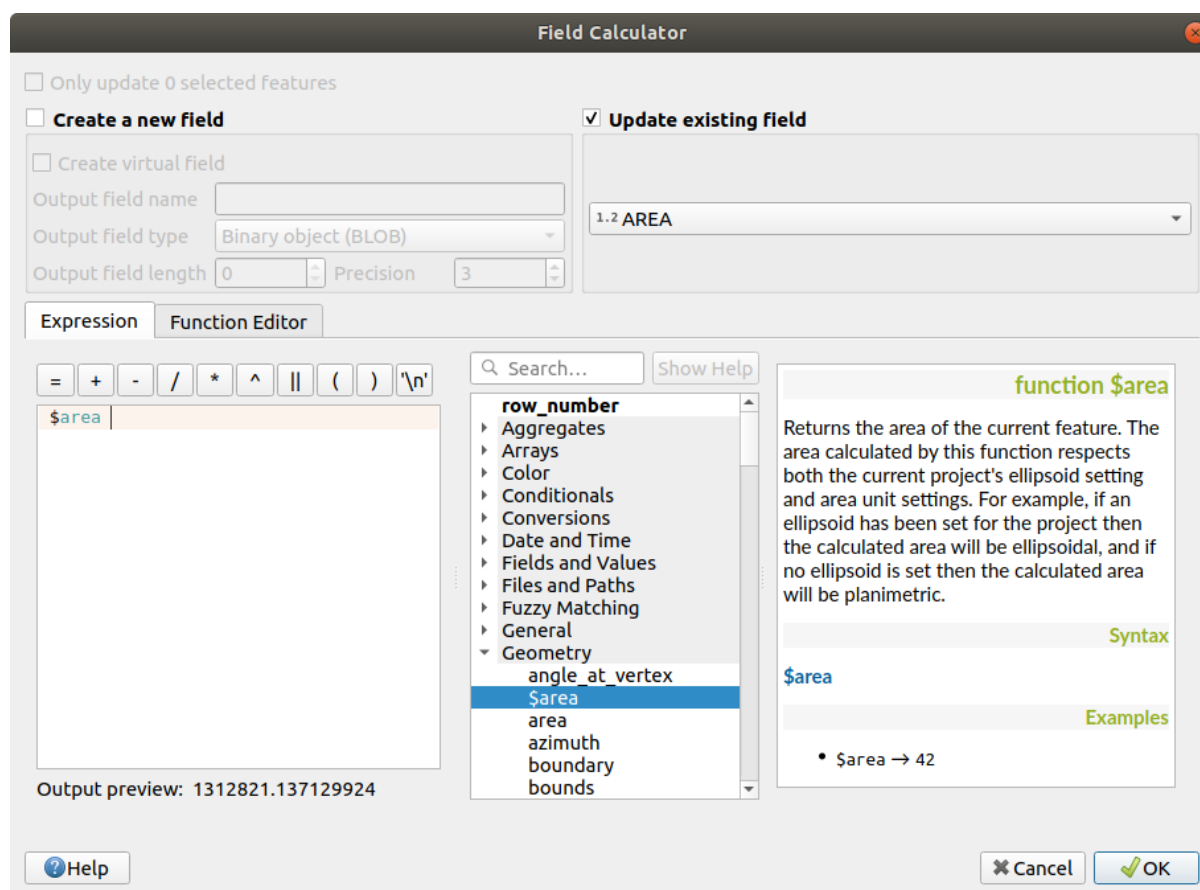
Per risolvere il problema, dobbiamo calcolare le aree.

1. Apri il calcolatore di campo con il pulsante .

Vedrai questo dialogo:

2. Clicca il  *Aggiorna un campo esistente*
3. Seleziona `AREA` nel menu a scomparsa dei campi
4. Sotto la scheda *Espressione*, espandi il gruppo funzioni *Geometria* dalla lista e trova `$area`
5. Fai doppio click su di esso in modo che appaia nel campo *Espressione*
6. Clicca su *OK*







7. Scorri al campo AREA nella tabella attributi e noteria che è stato popolato con i valori (potresti dover cliccare sull'intestazione di colonna per aggiornare i dati).

---

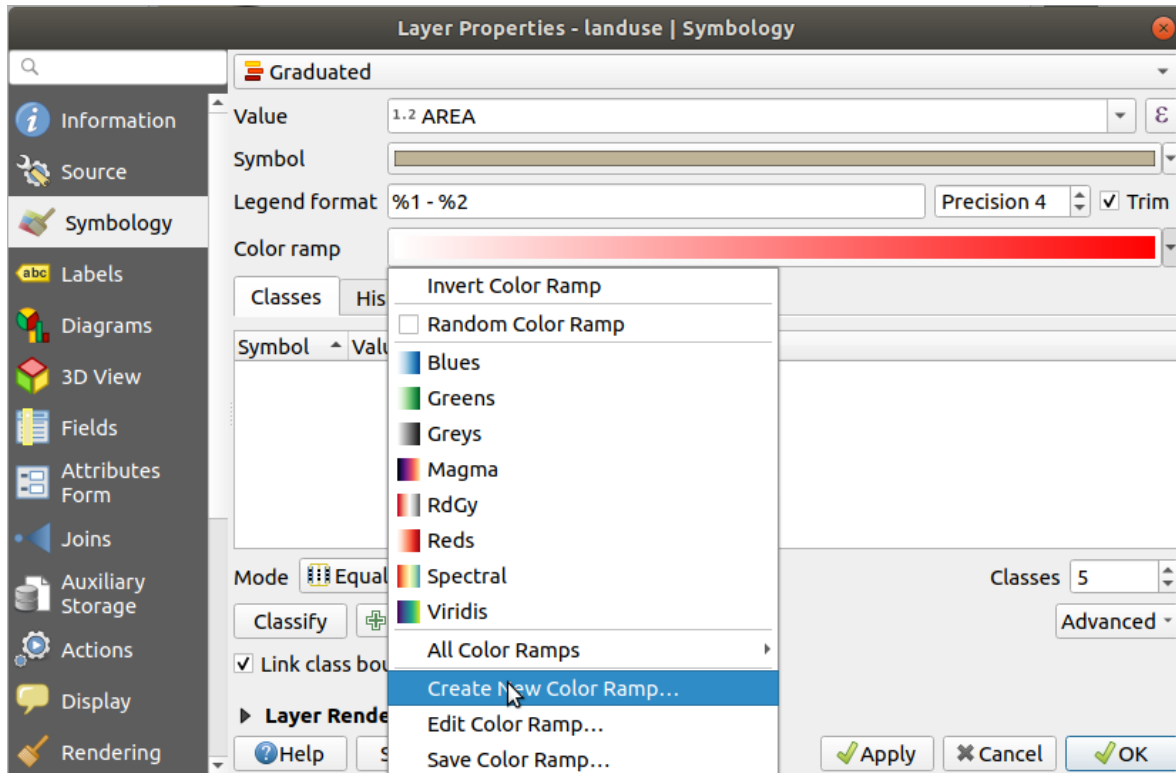
**Nota:** Queste aree rispecchiano le impostazioni per le unità di misura del progetto, quindi possono apparire in metri quadrati e gradi quadrati.

---

5. Premi  per salvare le modifiche ed esci dalla modalità modifica con  Attiva modifiche
6. Chiudi la tabella attributi

Ora che abbiamo i dati, utilizziamoli per disegnare il vettore landuse.

1. Apri la scheda *Simbologia* del dialogo *Proprietà Layer* per il vettore landuse
2. Cambia lo stile di classificazione da *Categorizzato* to *Graduato*
3. Cambia il *Valore* in AREA
4. Sotto *Scala colore*, scegli l'opzione *Crea Nuova Scala Colore...*:
5. Scegli *Gradiente* (se non è già selezionata) e clicca *OK*. Vedrai questo:  
Useremo questo per denotare l'area, piccole aree con *Colore 1* e grandi aree con *Colore 2*.
6. Scegli dei colori appropriati  
Nell'esempio, il risultato è come questo:
7. Clicca su *OK*
8. Puoi salvare la scala di colori selezionando *Salva Scala Colore...* sotto *Scala colore*. Scegli un nome appropriato per la scala e clicca *Salva*. Ora sarai in grado di selezionare la stessa scala di colori in *Tutte le Scale Colore*.



9. Clicca *Classifica*

Ora dovresti avere qualcosa come questo:

Lascia tutto il resto com'è.

10. Clicca *OK*:

### 3.3.4 Try Yourself Rifinire la classificazione

- Cambia i valori di *Modo* e *Classi* finché avrai una classificazione che abbia senso.

*Controlla i risultati*

### 3.3.5 Follow Along: Classificazione basata su regole

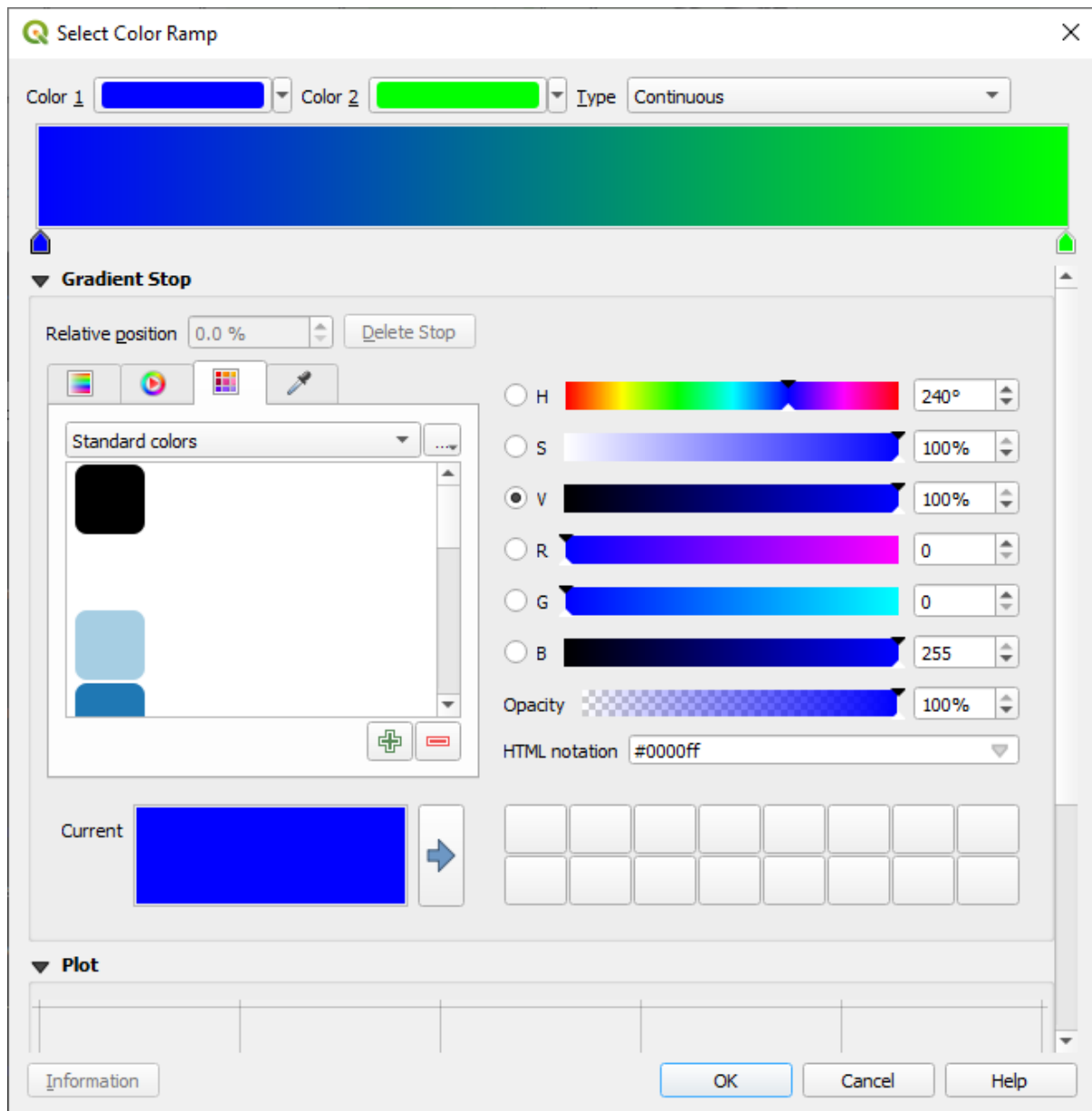
È spesso utile combinare criteri multipli per una classificazione, ma sfortunatamente la classificazione normale tiene conto di un solo attributo. Qui viene in aiuto la classificazione basata su regole.

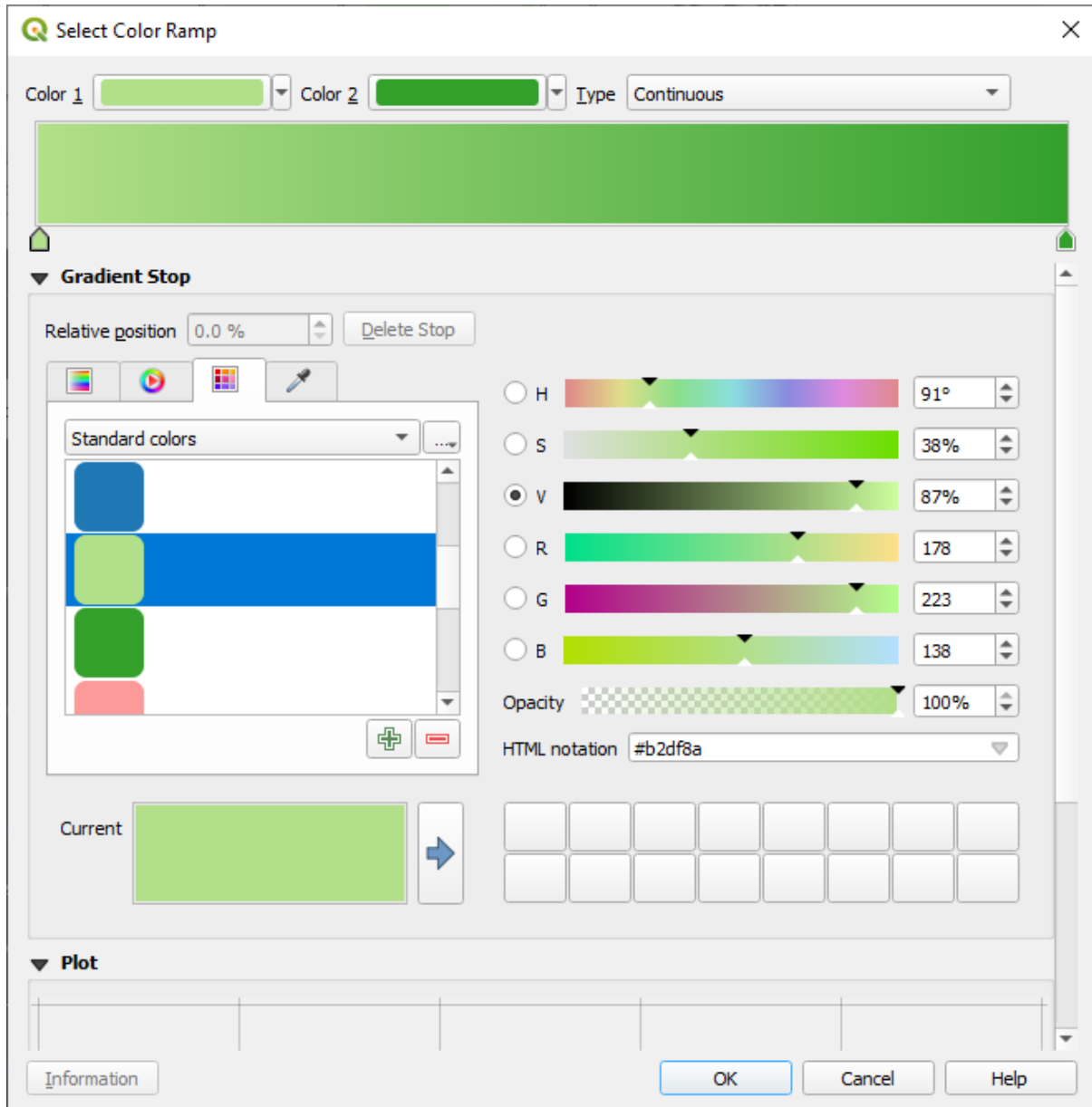
In questa lezione, rappresenteremo il vettore `landuse` in modo da identificare facilmente la città Swellendam rispetto le altre aree residenziali, e dagli altri tipi di landuse (in base alla loro area).

1. Apri il dialogo *Proprietà Layer* per il vettore `landuse`
2. Vai alla scheda *Simbologia*
3. Cambia lo stile di classificazione in *Tramite regole*

QGIS mostra automaticamente le regole che rappresentano la classificazione attuale implementata per questo vettore. Per esempio, dopo aver completato l'esercizio precedente, dovresti avere qualcosa come questo:

4. Clicca e trascina per selezionare tutte le regole





QGIS Symbology Panel: Graduated

Value: 1.2 AREA

Legend format: %1 - %2 Precision 0 Trim

Color ramp: [Green gradient]

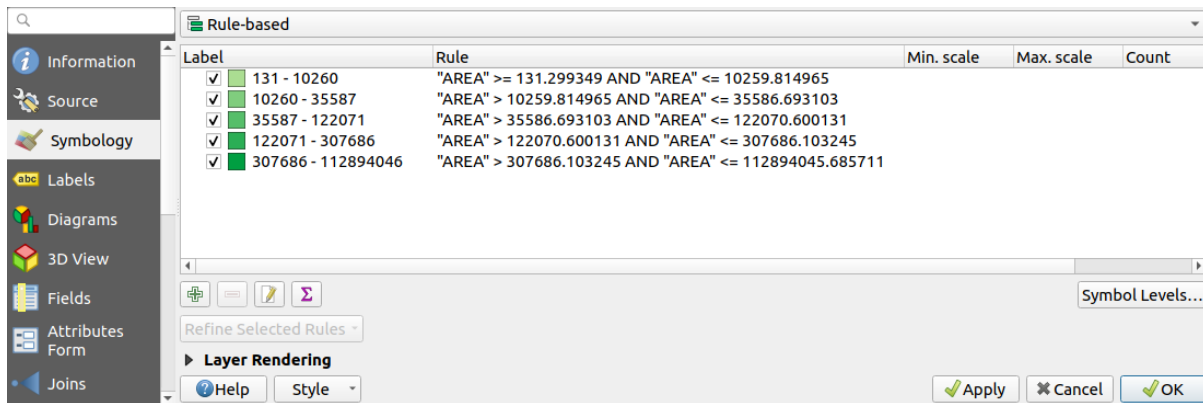
| Symbol  | Values                   | Legend             |
|---|--------------------------|--------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> [Light Green] | 131.30 - 10259.81        | 131 - 10260        |
| <input checked="" type="checkbox"/> [Light Green] | 10259.81 - 35586.69      | 10260 - 35587      |
| <input checked="" type="checkbox"/> [Light Green] | 35586.69 - 122070.60     | 35587 - 122071     |
| <input checked="" type="checkbox"/> [Light Green] | 122070.60 - 307686.10    | 122071 - 307686    |
| <input checked="" type="checkbox"/> [Dark Green]  | 307686.10 - 112894045.69 | 307686 - 112894046 |


Mode: Equal Count (Quantile) Classes: 5

Buttons: Classify, Delete All, Link class boundaries, Layer Rendering, Help, Style, Apply, Cancel, OK





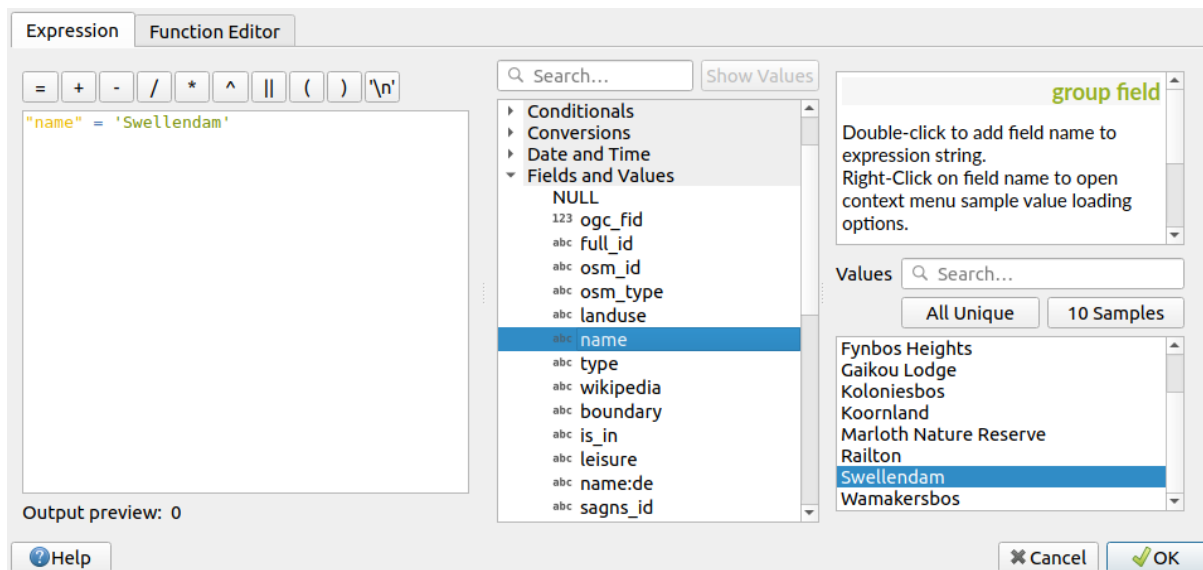




5. Usa il pulsante  Rimuovi regole selezionate per rimuovere tutte le regole esistenti

Ora aggiungiamo le nostre regole.

1. Clicca il pulsante  Aggiungi regola
2. Appare il dialogo *Edit rule*
3. Inserisci Swellendam city come *Etichetta*
4. Clicca il pulsante  vicino all'area di testo *Filtro* per aprire il *Costruttore stringhe espressione*
5. Inserisci il criterio "name" = 'Swellendam' e conferma



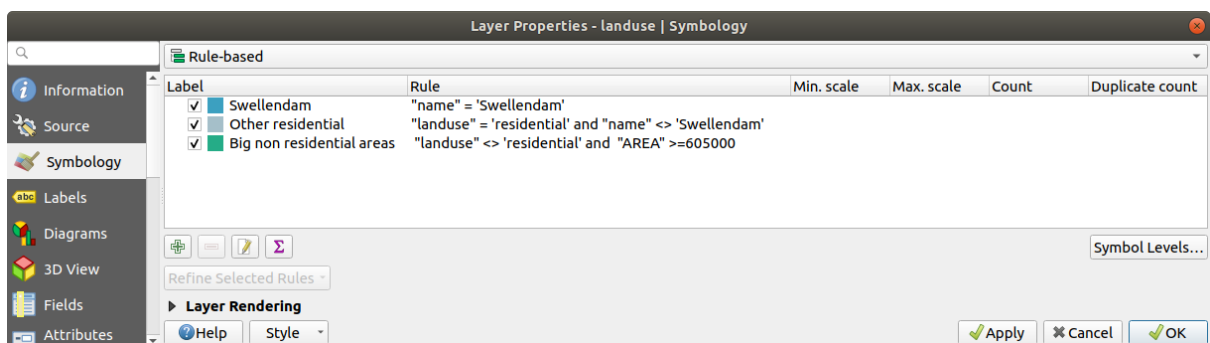
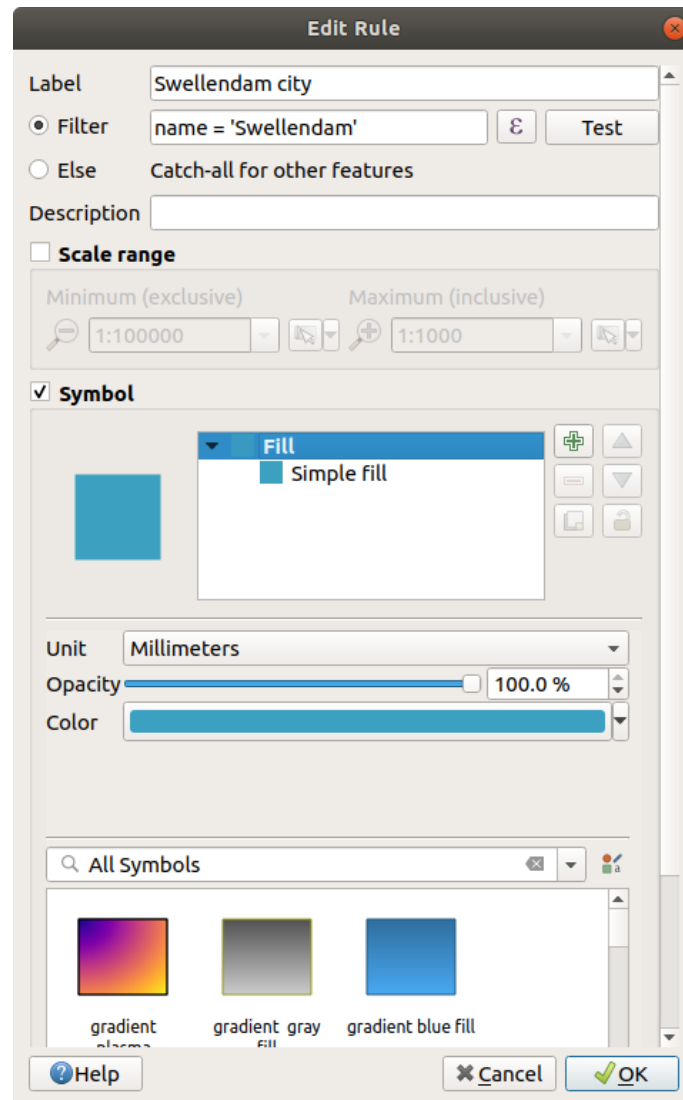
6. Torna al dialogo *Edit rule*, assegnagli un colore blu grigiastro in modo da indicare l'importanza della città nella regione e rimuovi il bordo

7. Premi *OK*

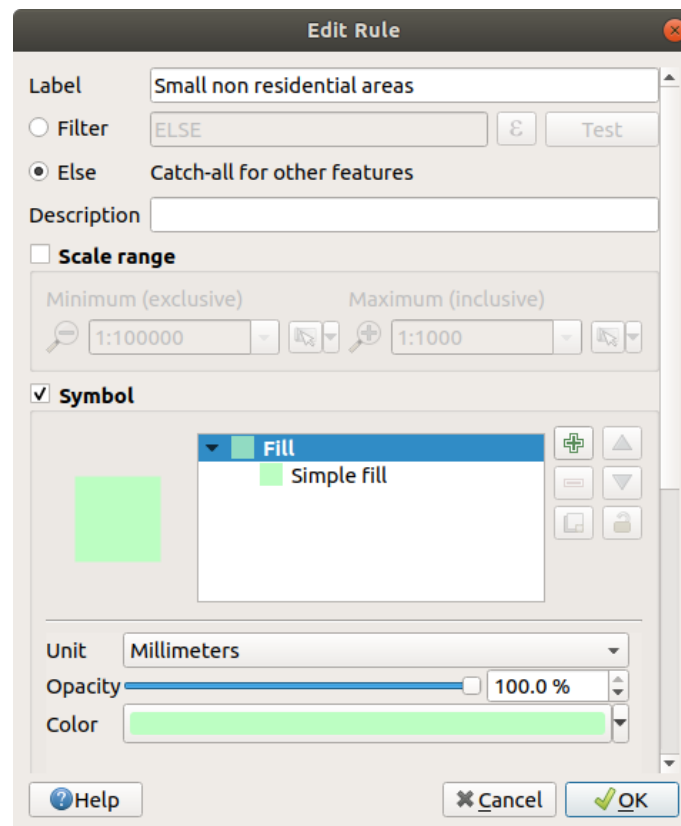
8. Ripeti i passi precedente per aggiungere le seguenti regole:

1. Etichetta **Other residential** con criterio "landuse" = 'residential' AND "name" <> 'Swellendam' (o "landuse" = 'residential' AND "name" != 'Swellendam'). Scegli un *Fill color* blu grigiastro pallido
2. Etichetta **Big non residential areas** con criterio "landuse" <> 'residential' AND "AREA" >= 605000. Scegli un colore verde medio.

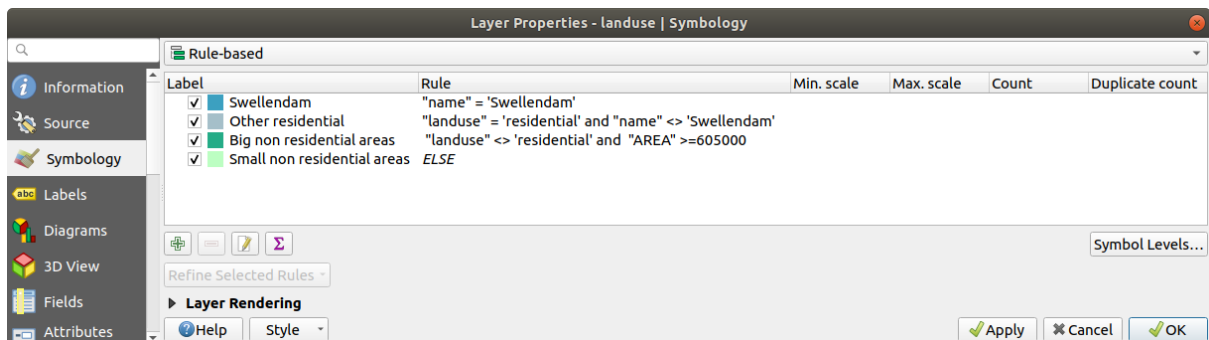
Questi filtri sono escludenti, nel senso che escludono aree della mappa (aree non residenziali che sono più piccole di 605000 (metri quadrati) e non incluse in altre regole).



3. Comprenderemo gli elementi rimanenti utilizzando una nuova regola etichettata **Small non residential areas**. Invece di un'espressione filtro, seleziona  *Altrimenti*. Dai a questa categoria un colore verde tenue.



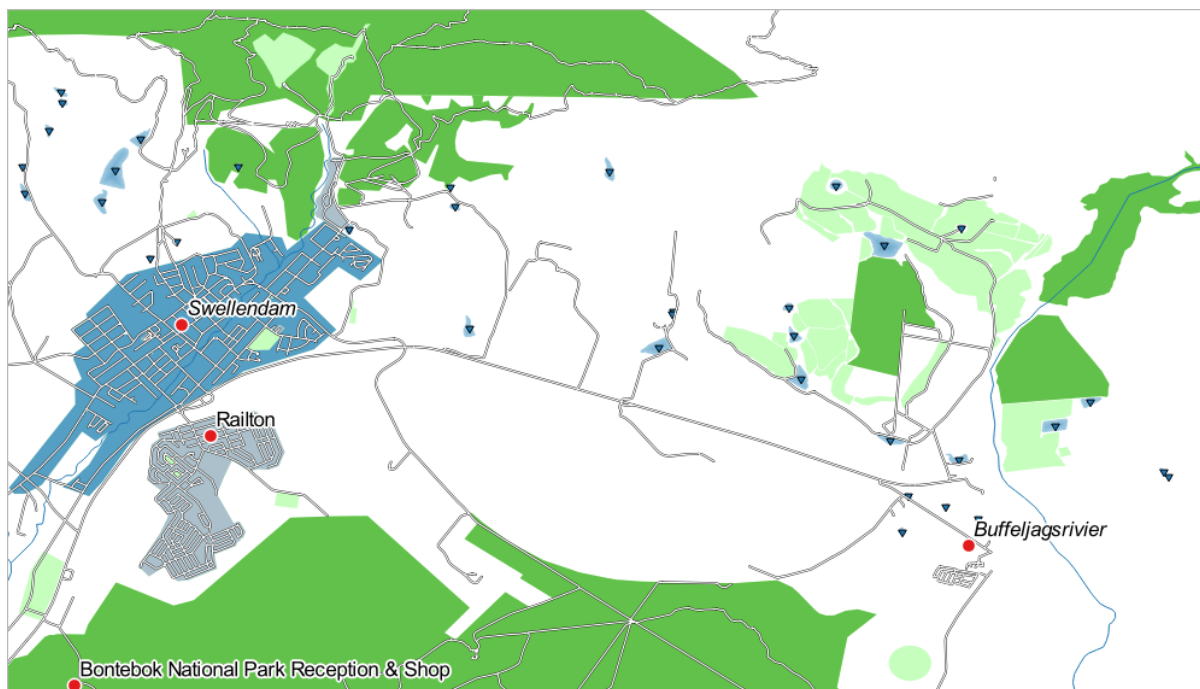
Le tue regole dovrebbero apparire così:



### 9. Applica la simbologia

La tua mappa dovrebbe apparire come questa:

Ora hai una mappa con Swellendam area residenziale principale e altre aree non residenziali colorate in base alla loro dimensione.



### 3.3.6 In Conclusion

La simbologia ci permette di rappresentare gli attributi di un vettore in un modo facile da leggere. Permette a noi ed al lettore della mappa di comprendere il significato degli elementi, utilizzando gli attributi rilevanti che abbiamo scelto. A secondo del problema che affronti, applicherai diverse tecniche di classificazione per risolverlo.

### 3.3.7 What's Next?

Ora abbiamo una bella mappa, ma come faremo per averla fuori da QGIS in un formato che possa essere stampato, o farlo diventare un'immagine o un PDF? È l'argomento della prossima lezione!

---

## Module: Disposizione delle Mappe

---

In questo modulo, imparerai come usare il gestore del layout di stampa di QGIS per produrre mappe di qualità con tutti i componenti richiesti.


### 4.1 Utilizzare il layout di stampa



Ora che hai una mappa, devi essere in grado di stamparla o esportarla in un documento. Il motivo è che un file di mappa GIS non è un'immagine. Piuttosto, salva lo stato del programma GIS, con riferimenti a tutti i layer, le loro etichette, colori, ecc. Quindi per qualcuno che non ha i dati o lo stesso programma GIS (come QGIS), il file di mappa sarà inutile. Fortunatamente, QGIS può esportare il suo file di mappa in un formato che ogni altro computer può leggere, oppure può stampare la mappa se connesso ad una stampante. Sia l'esportazione che la stampa è gestita tramite il *Layout di stampa*.

**Obiettivo di questa lezione:** Usare il *Layout di stampa* di QGIS per creare una mappa base con tutte le impostazioni richieste.

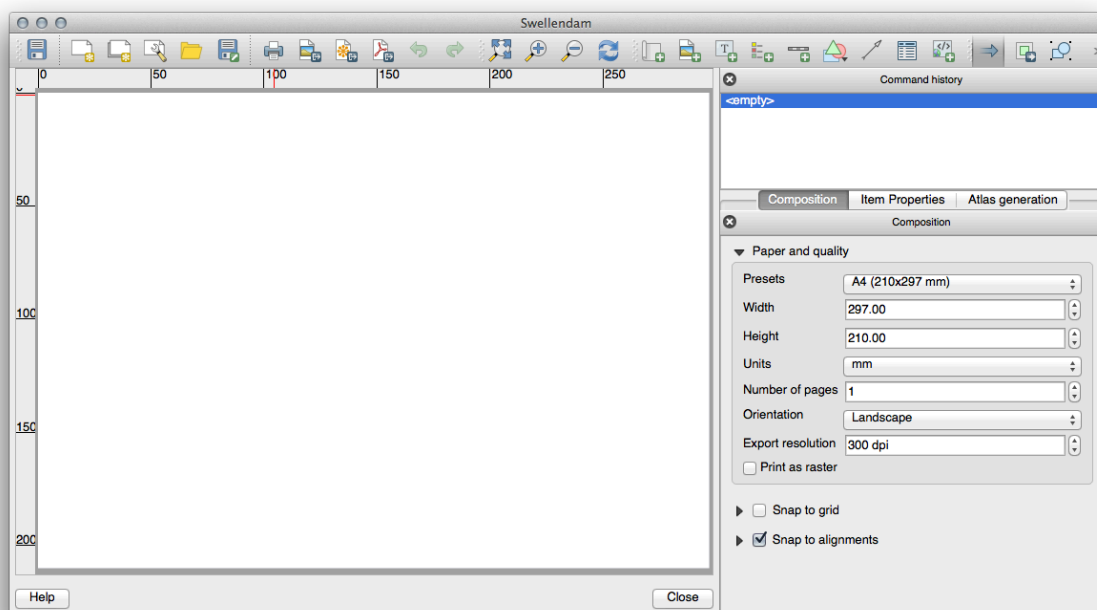
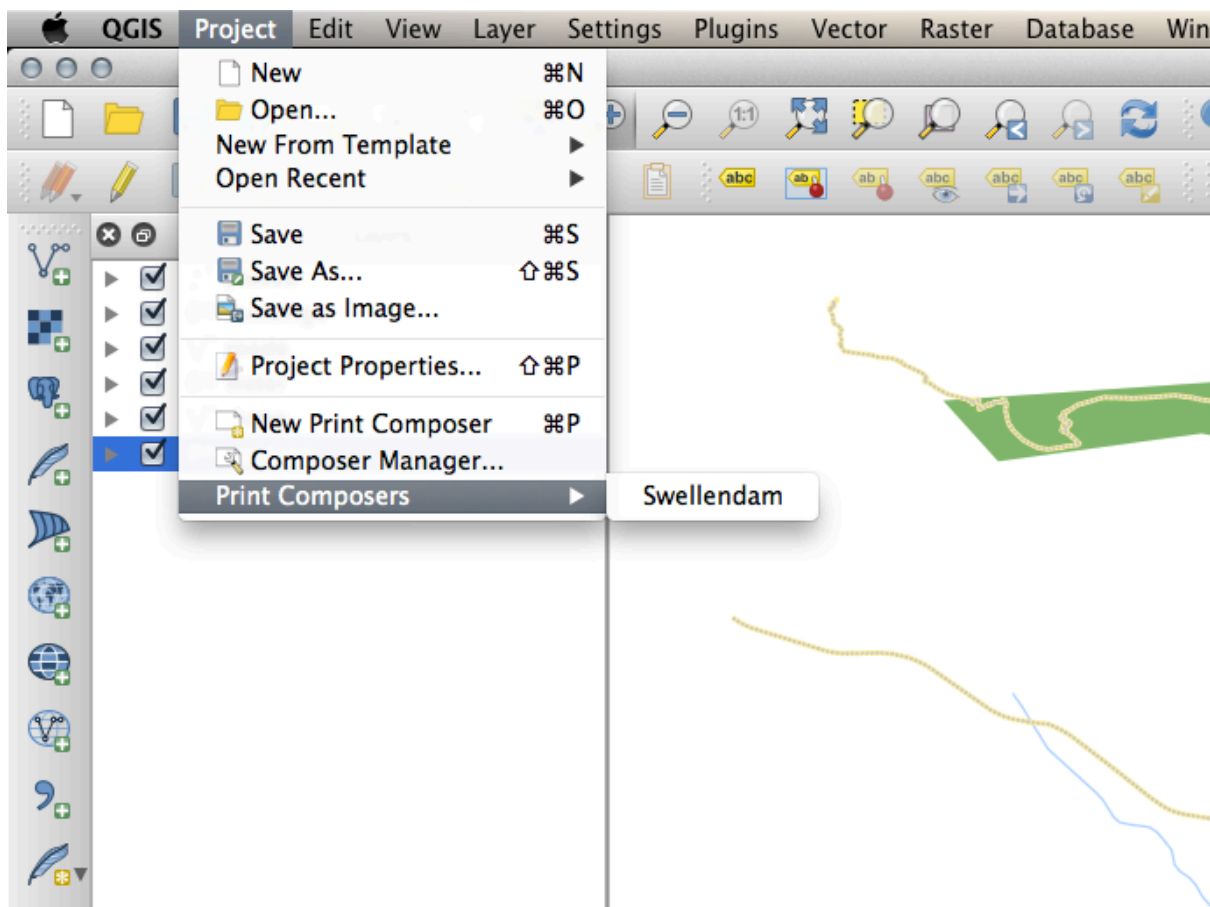
#### 4.1.1 Follow Along: Il gestore dei layout

QGIS ti permette di creare mappe multiple usando lo stesso file di mappa. Per questa ragione, ha uno strumento chiamato *Gestore dei layout*.

1. Clicca sull'elemento di menu *Progetto*  *Gestore dei Layout* per aprire questo strumento. Vedrai apparire un dialogo vuoto *Gestore dei Layout*.
2. Sotto *Nuovo da Modello*, seleziona *Layout vuoto*, clicca sul pulsante *Crea...*, e dai il nome Swellendam al nuovo layout.
3. Clicca *OK*.

(Puoi anche chiudere il dialogo e arrivare ad un layout tramite il menu *Progetto*  *Layout* , come nell'immagine sottostante.)

Qualunque strada tu abbia preso per arrivare qui, vedrai la finestra *Layout di stampa*:



## 4.1.2 Follow Along: Composizione della mappa base

In questo esempio, la composizione è già indirizzata come vogliamo. Assicurati che lo sia anche la tua.

1. Clicca col tasto destro sul foglio nella parte centrale della finestra e scegli *Proprietà pagina...* dal menu contestuale. Controlla che i valori nella scheda *Proprietà dell'oggetto* siano impostati come segue:

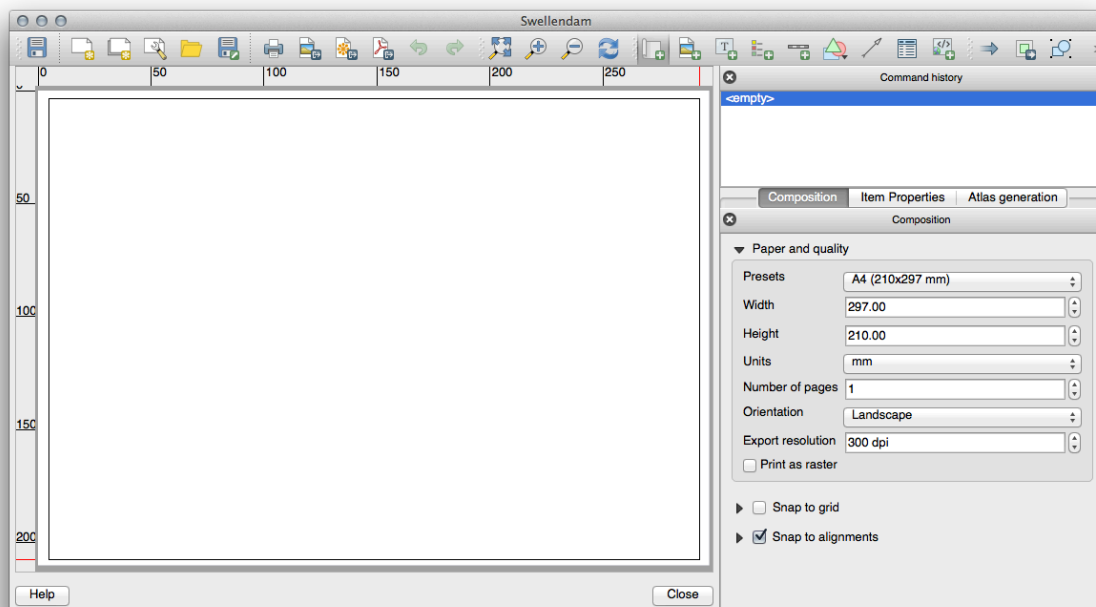
- *Dimensione:* A4
- *Orientazione:* Orizzontale

Ora hai il layout di pagina come voluto, ma questa pagina è ancora vuota. Chiaramente manca una mappa. Provvediamo!

2. Clicca sul pulsante  *Aggiungi Mappa*.

Con questo strumento attivato, potrai piazzare una mappa sulla pagina.

3. Clicca e trascina a formare un rettangolo sulla pagina vuota:



La mappa apparirà sulla pagina.

4. Muovi la mappa cliccando e trascinandola:
5. Ridimensionala cliccando e trascinando i quadrati sui bordi:

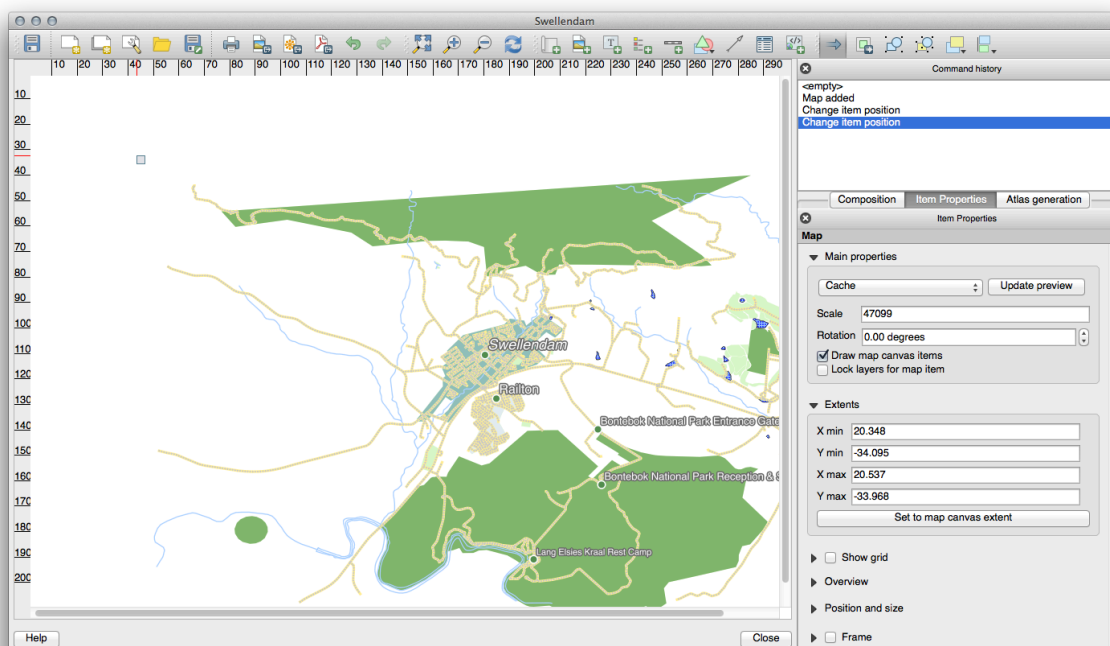
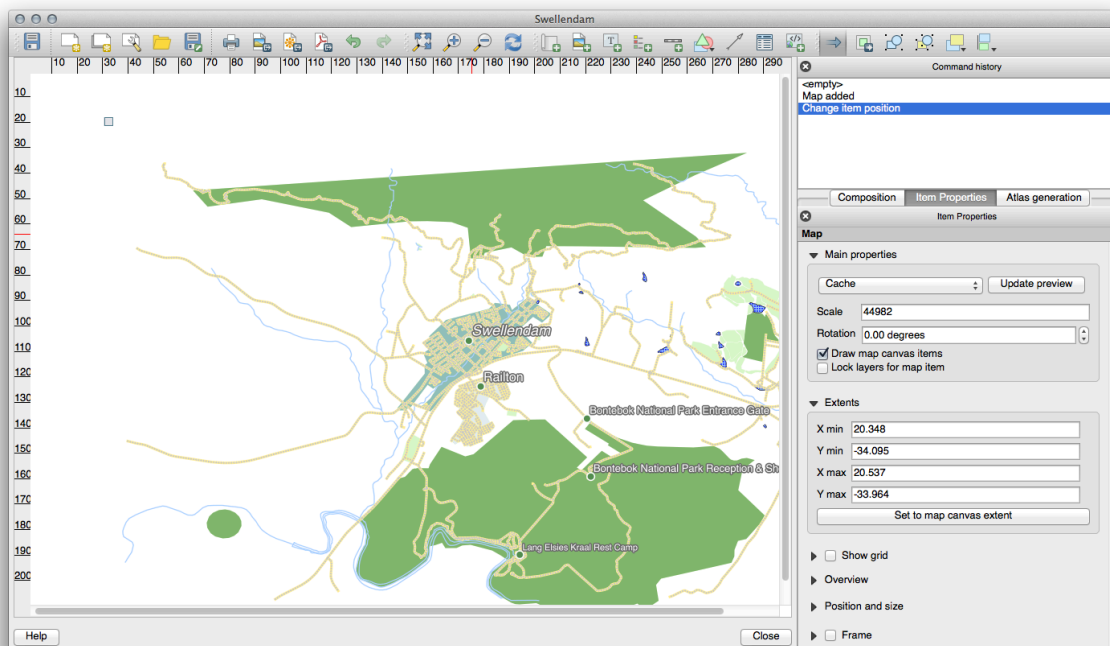
---

**Nota:** Naturalmente, la tua mappa apparirà diversa! Questo dipende da come è impostato il tuo progetto. Ma non preoccuparti! Queste istruzioni sono generiche, quindi funzioneranno ugualmente indipendentemente da come appare la mappa.


---

6. Assicurati di lasciare dei margini lungo i bordi, e uno spazio in alto per il titolo.
7. Ingrandisci e rimpicciolisci la pagina (ma non la mappa!) usando questi pulsanti:








8. Usa lo zoom e sposta la mappa nella finestra principale di QGIS. Puoi anche spostare la mappa usando lo strumento  Sposta il contenuto dell'oggetto.

La vista della mappa si aggiorna quando ingrandisci o rimpicciolisci.

9. Se, per qualche ragione, la vista della mappa non si aggiorna correttamente, puoi forzare l'aggiornamento della mappa cliccando questo pulsante:




Ricorda che la dimensione e posizione che hai dato alla mappa non deve essere necessariamente quella finale. Puoi sempre tornare indietro e cambiarla se non ti soddisfa. Per il momento, devi assicurarti di aver salvato il tuo lavoro su questa mappa. Siccome un *Layout di stampa* in QGIS è parte del file di mappa principale, devi salvare il progetto.

10. Vai in *Layout*  *Salva Progetto*.

### 4.1.3 Follow Along: Aggiungere un titolo



Ora la tua mappa appare bene sulla pagina, ma ai tuoi lettori/utilizzatori non viene ancora detto che sta succedendo. Hanno bisogno di qualche contesto, che è quello che darai aggiungendo alcuni elementi. Primo, aggiungiamo un titolo.

1. Clicca sul pulsante  *Aggiungi Etichetta*
2. Clicca sulla pagina, sopra la mappa, accetta i valori suggeriti nel dialogo *Proprietà Nuovo Oggetto*, e un'etichetta apparirà in cima alla mappa.
3. Ridimensionala e posizionala al centro in alto sulla pagina. Può essere ridimensionata e spostata nello stesso modo fatto per la mappa.

Quando muovi il titolo, noterai apparire delle linee guida per aiutarti a posizionare il titolo al centro della pagina.

Comunque, c'è anche uno strumento nella Barra delle Azioni per aiutarti a posizionare il titolo rispetto la mappa (non la pagina):

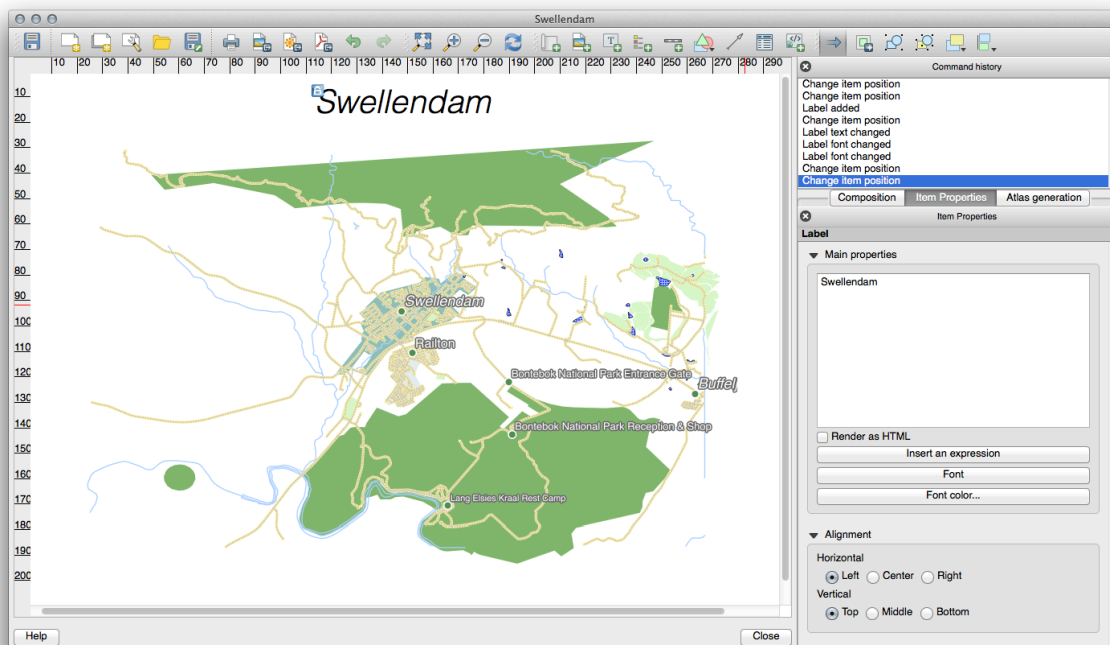
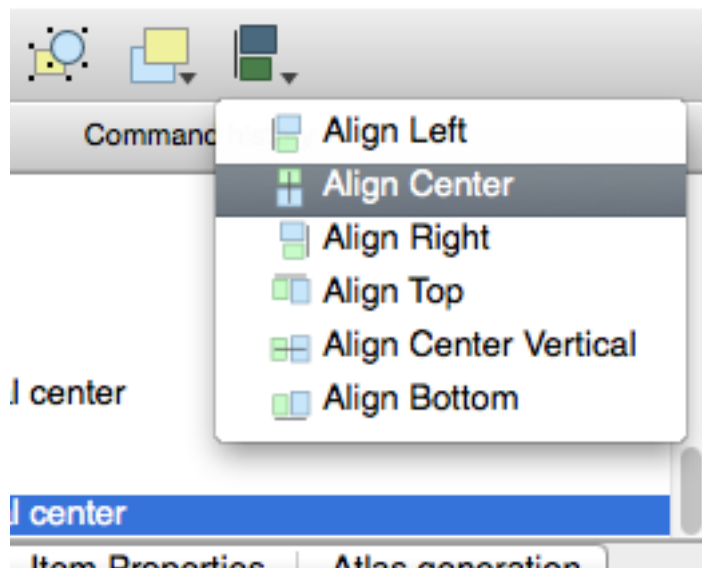


4. Clicca la mappa per selezionarla
5. Tieni premuto il tasto **Maiuscolo** sulla tastiera e clicca sull'etichetta così sia la mappa che l'etichetta sono selezionate.
6. Cerca il pulsante  *Allinea a sinistra oggetti selezionati* e clicca sulla freccetta vicino per far apparire le opzioni di posizionamento e clicca  *Allinea al Centro*:

Ora la cornice dell'etichetta è centrata sulla mappa, ma non il suo contenuto. Per centrare i contenuti dell'etichetta:

1. Seleziona l'etichetta cliccandoci sopra.
2. Clicca sulla scheda *Proprietà dell'oggetto* nel pannello laterale della finestra layout.
3. Cambia il testo dell'etichetta in «Swellendam»:
4. Usa questa interfaccia per impostare le opzioni per font e allineamento:
5. Scegli un font grande ma sensato (nell'esempio useremo il font predefinito con dimensione 36) e imposta *Allineamento orizzontale* a *Centro*.

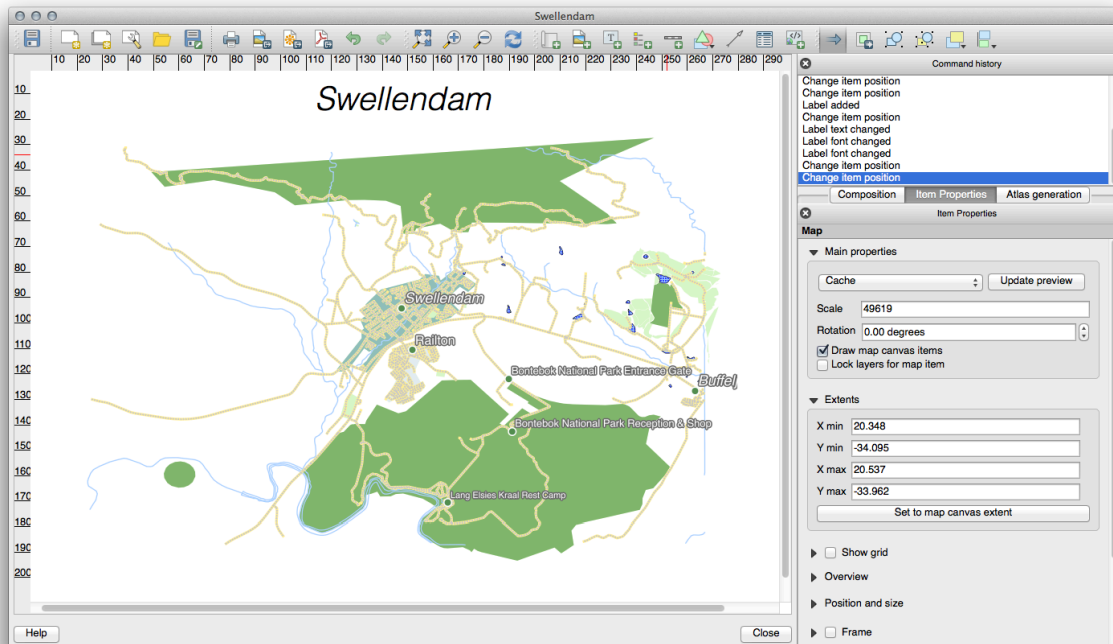
Puoi anche cambiare il colore del carattere, ma probabilmente è meglio tenere il colore nero predefinito.




L'impostazione predefinita è di non aggiungere una cornice al testo del titolo. Comunque, se vuoi aggiungere una cornice, puoi fare così:


1. Nella scheda *Proprietà dell'oggetto*, scorri verso il basso finché vedi l'opzione *Cornice*.
2. Clicca la casella di spunta *Cornice* per abilitare la cornice. Puoi anche cambiare il colore e lo spessore della cornice.

In questo esempio, non metteremo la cornice, quindi questa è la nostra pagina:




Per assicurarsi di non muovere accidentalmente questi elementi ora che sono allineati, puoi bloccarli sul posto:

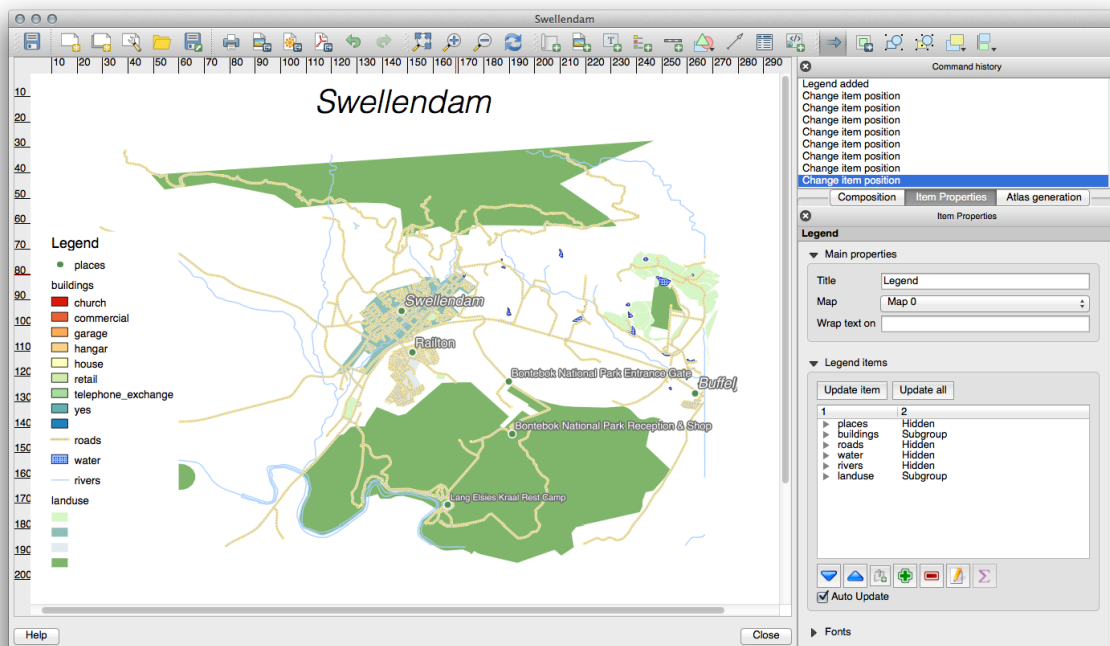
- Con la mappa e l'etichetta selezionate, clicca sul pulsante  *Blocca Oggetti Selezionati* nella Barra delle *Azioni*.

**Nota:** Clicca sul pulsante  *Sblocca Tutti gli Elementi* nella Barra delle *Azioni* per poter modificare di nuovo gli oggetti.

#### 4.1.4 Follow Along: Aggiungere una legenda


Il lettore della mappa deve anche vedere il significato dei vari oggetti sulla mappa. In alcuni casi, come i nuovi di luoghi, questo è ovvio. In altri casi, è più difficile indovinarlo, come i colori delle foreste. Aggiungiamo una nuova legenda.

1. Clicca sul pulsante  *Aggiungi Legenda*
2. Clicca sulla pagina per posizionare la legenda, accetta i valori suggeriti nel dialogo *Proprietà Nuovo Oggetto*, e puoi muovila dove vuoi:




#### 4.1.5 Follow Along: Personalizzare gli elementi della legenda

Non tutto è necessario sulla legenda, quindi rimuoviamo gli elementi non voluti.

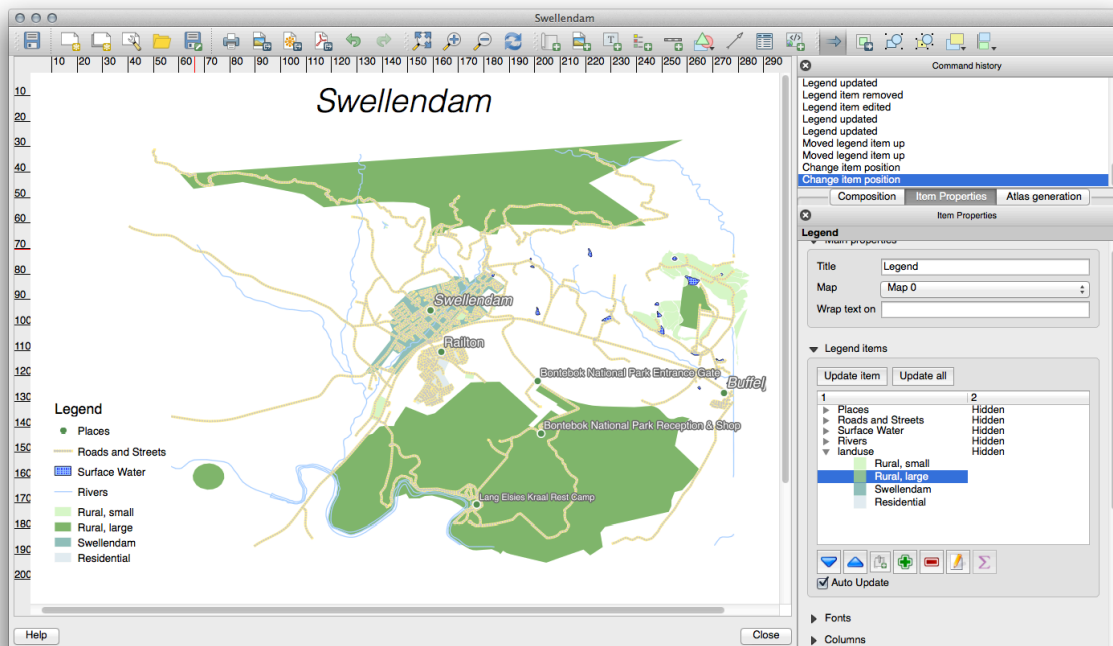
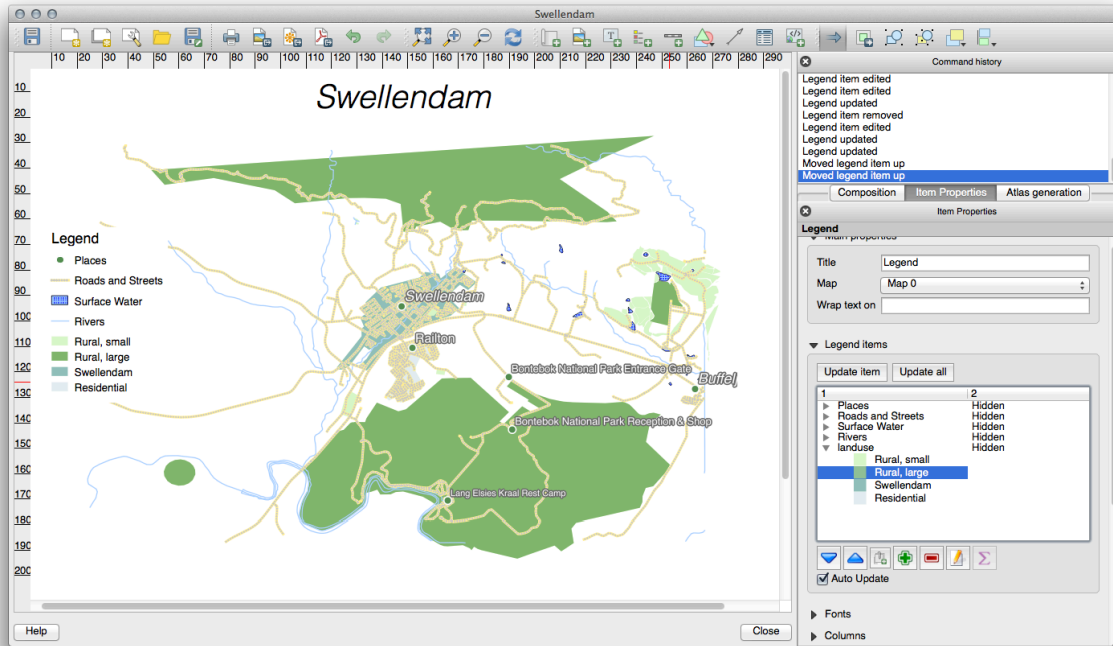
1. Nella scheda *Proprietà dell'oggetto*, troverai il pannello *Oggetti Legenda*.
2. Seleziona l'elemento con buildings (da `training_data.gpkg`).
3. Cancellalo dalla legenda cliccando sul pulsante :

Puoi anche rinominare gli elementi.

1. Seleziona un layer dalla stessa lista.
2. Clicca il pulsante .
3. Rinomina i layer in Places, Roads and Streets, Surface Water, e Rivers.
4. Imposta landuse come *Nascosto* (clicca col tasto destro per aprire il menu contestuale).

Puoi anche riordinare gli elementi:

La legenda potrebbe essersi allargata a seguito della modifica dei nomi, potresti voler muovere e ridimensionare la legenda o la mappa. Questo è il risultato:







## 4.1.6 Follow Along: Esportare la mappa

---


**Nota:** Ti sei ricordato di salvare spesso il lavoro?

---

Finalmente la mappa è pronta per l'esportazione! Potrai vedere i pulsanti per l'esportazione vicino all'angolo superiore sinistro della finestra layout:

-  **Stampa Layout:** si interfaccia con una stampante. Dato che le opzioni di stampa differiscono a seconda del modello di stampante con cui stai lavorando, è meglio consultare il manuale della stampante o una guida sulla stampa per maggiori informazioni sull'argomento.  
Gli altri pulsanti ti permettono di esportare la pagina della mappa in un file.
-  **Esporta come immagine:** ti permette di scegliere fra una selezione dei più comuni formati immagine. Questa probabilmente è l'opzione più semplice, ma l'immagine creata è «morta» e difficile da modificare.
-  **Esporta come SVG:** se stai inviando la mappa ad un cartografo (che può voler modificare la mappa per la pubblicazione), è meglio esportarla come SVG. SVG sta per «Scalable Vector Graphic», e può essere importata con programmi come [Inkscape](#) o altri software per la modifica di immagini vettoriali.
-  **Esporta come PDF:** se deve inviare la mappa ad un cliente, è comune usare un PDF, perché è più semplice impostare le opzioni di stampa per un PDF. Anche alcuni cartografi preferiscono il PDF, se hanno un programma che gli permette di importare e modificare il formato PDF.

Per i nostri scopi, utilizzeremo il PDF.

1. Clicca sul pulsante  **Esporta come PDF**
2. Come al solito scegli una cartella ed un nome per il file. Apparirà il dialogo seguente.
3. Puoi tranquillamente utilizzare i valori predefiniti e cliccare *Salva*.

QGIS procederà con l'esportazione della mappa e metterà un messaggio in cima al dialogo layout di stampa appena finito.

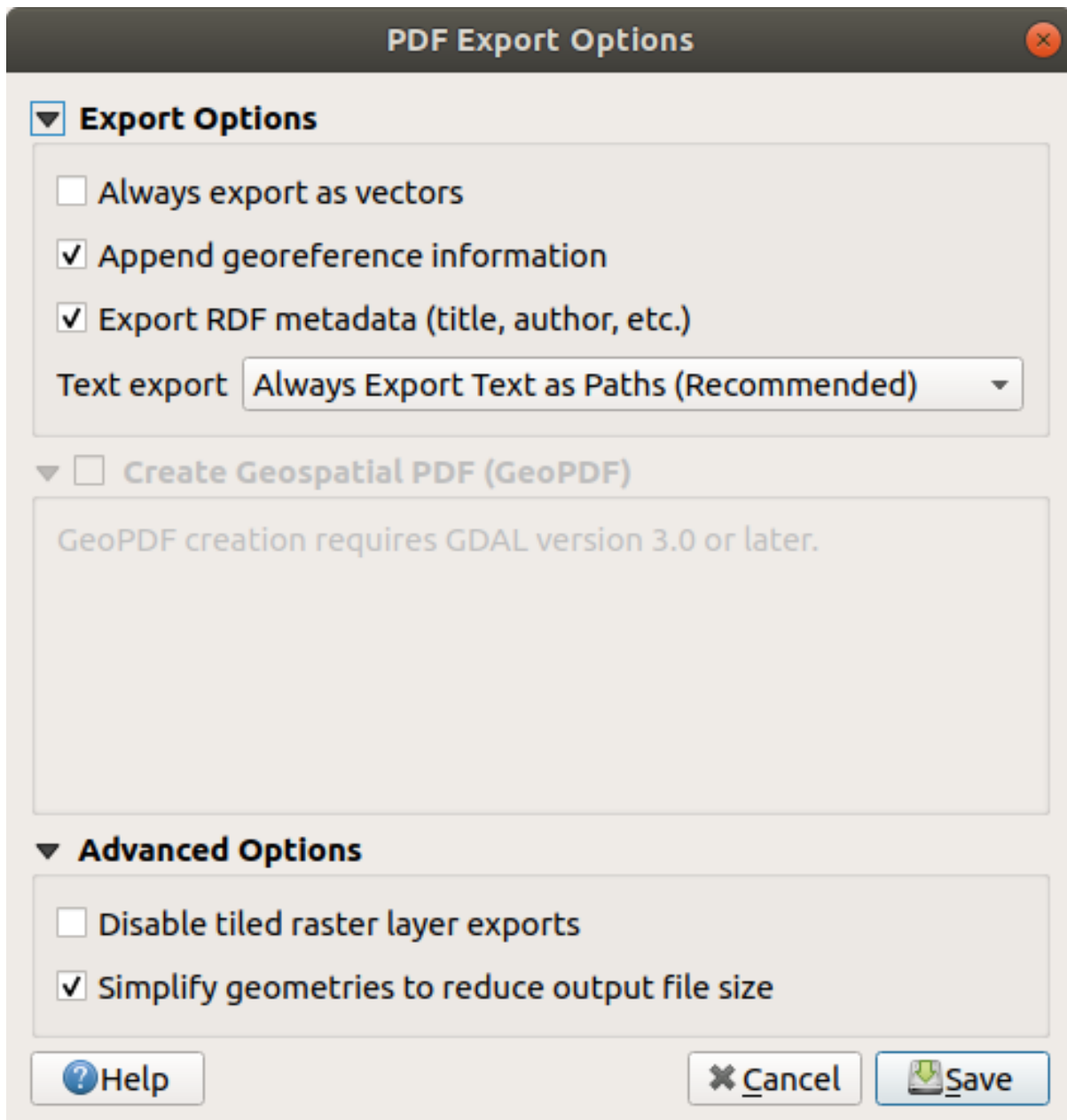
4. Clicca sul link nel messaggio per aprire la cartella dove è stato salvato il PDF
5. Aprilo e vedi come appare il tuo layout.

Tutto OK? Congratulazioni per il tuo primo progetto QGIS completato!

6. Qualcosa non soddisfa? Torna alla finestra QGIS, fai le modifiche necessarie ed esporta di nuovo.
7. Ricorda di salvare il tuo progetto.

## 4.1.7 In Conclusion







Ora sai come creare un layout di mappa di base. Possiamo fare un ulteriore passo in avanti e creare un layout di mappa che si adatta dinamicamente, con più oggetti.




## 4.2 Lesson: Creare un layout di stampa dinamico

Ora che hai imparato a creare un layout di base per la mappa facciamo un passo in avanti e creiamo un layout che si adatta dinamicamente all'estensione della nostra mappa ed alle proprietà della pagina, p. e. quando si cambia la dimensione della pagina. Inoltre, anche la data di creazione di adatterà dinamicamente.


### 4.2.1 Follow Along: Creare l'area della mappa dinamica

1. Carica i dataset ESRI `protected_areas.shp`, `places.shp`, `rivers.shp` e `water.shp` nell'area mappa ed adatta le proprietà a tua preferenza.
2. Dopo che tutto è disegnato e simbolizzato a tuo piacimento, clicca sull'icona  Nuovo Layout di Stampa nella barra oppure scegli *Progetto*  *Nuovo Layout di Stampa*. Ti verrà chiesto di scegliere un titolo per il nuovo layout di stampa.
3. Vogliamo creare un layout consistente in un'intestazione e una mappa della regione vicino Swellendam, South Africa. Il layout dovrebbe avere un margine di 7,5 mm e l'intestazione dovrebbe essere alta 36 mm.
4. Crea un elemento chiamato `main_map` sull'area e vai al pannello *Layout*. Scorri verso il basso alla sezione *Variabili* e trova la parte *Layout*. Qui imposteremo alcune variabili che puoi usare su tutto il layout dinamico. Vai al pannello *Layout* e scorri verso il basso alla sezione *Variables*. La prima variabile definirà il margine. Premi il pulsante  e scrivi il nome `sw_layout_margin`. Imposta il valore di 7,5. Premi il pulsante  di nuovo e scrivi il nome `sw_layout_height_header`. Imposta il valore 36.
5. Ora sei pronto per creare automaticamente la dimensione e posizione dell'area di mappa in base alle variabili. Assicurati che il tuo elemento mappa sia selezionato, vai al pannello *Proprietà dell'oggetto*, scorri verso il basso e apri la sezione *Posizione e Dimensione*. Clicca su  Sovrascrittura definita dai dati per *X* e dalla voce *Variabile*, scegli `@sw_layout_margin`.
6. Clicca  Sovrascrittura definita dai dati per *Y*, scegli *Modifica...* e scrivi la formula:


```
to_real(@sw_layout_margin) + to_real(@sw_layout_height_header)
```

7. Puoi creare la dimensione dell'elemento mappa usando le variabili per *Larghezza* e *Altezza*. Clicca  Sovrascrittura definita dai dati per *Larghezza* e scegli *Modifica ...* di nuovo. Inserisci la formula:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2
```



Click the  Sovrascrittura definita dai dati per *Altezza* e scegli *Modifica ....* Qui inserisci la formula:

```
@layout_pageheight - @sw_layout_height_header - @sw_layout_margin * 2
```

8. Creeremo anche un reticolo contenente le coordinate dell'estensione dell'area mappa. Vai di nuovo su *Proprietà dell'oggetto* e scegli la sezione *Reticoli*. Inserisci un reticolo cliccando sul pulsante . Clicca su *Modifica Reticolo ...* ed imposta *Intervallo* per *X*, *Y* e *Offset* in base alla scala della mappa che hai scelto nell'area mappa in QGIS. Il *Tipo Reticolo Croce* è adatto ai nostri scopi.




## 4.2.2 Follow Along: Creare l'intestazione dinamica

1. Inserisci il rettangolo che conterrà l'intestazione con il pulsante  **Aggiungi Forma**. Nel pannello *Oggetti* inserisci il nome `header`.
2. Di nuovo, vai in *Proprietà dell'oggetto* ed apri la sezione *Position and Size*. Usando  **Sovrascrittura definita dai dati**, scegli la variabile `sw_layout_margin` per *X* come per *Y*. *Larghezza* sarà definita dall'espressione:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2
```

e *Altezza* dalla variabile `sw_layout_height_header`.

3. Inseriremo una linea orizzontale e due linee verticali per dividere l'intestazione in sezioni usando  **Aggiungi Nodo**. Crea una linea orizzontale e due linee verticali e chiamale `Horizontal line`, `Vertical line 1` `Vertical line 2`.

1. Per la linea orizzontale:

1. Imposta *X* alla variabile `sw_layout_margin`
2. Imposta l'espressione per *Y* a:

```
@sw_layout_margin + 8
```

3. Imposta l'espressione per *Width* a:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 3 - 53.5
```

2. Per la prima linea verticale:

1. Imposta l'espressione per *Width* a:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2 - 53.5
```

2. Imposta *Y* alla variabile `sw_layout_margin`
3. L'altezza deve essere la stessa dell'intestazione creata, quindi imposta *Altezza* alla variabile `sw_layout_height_header`.

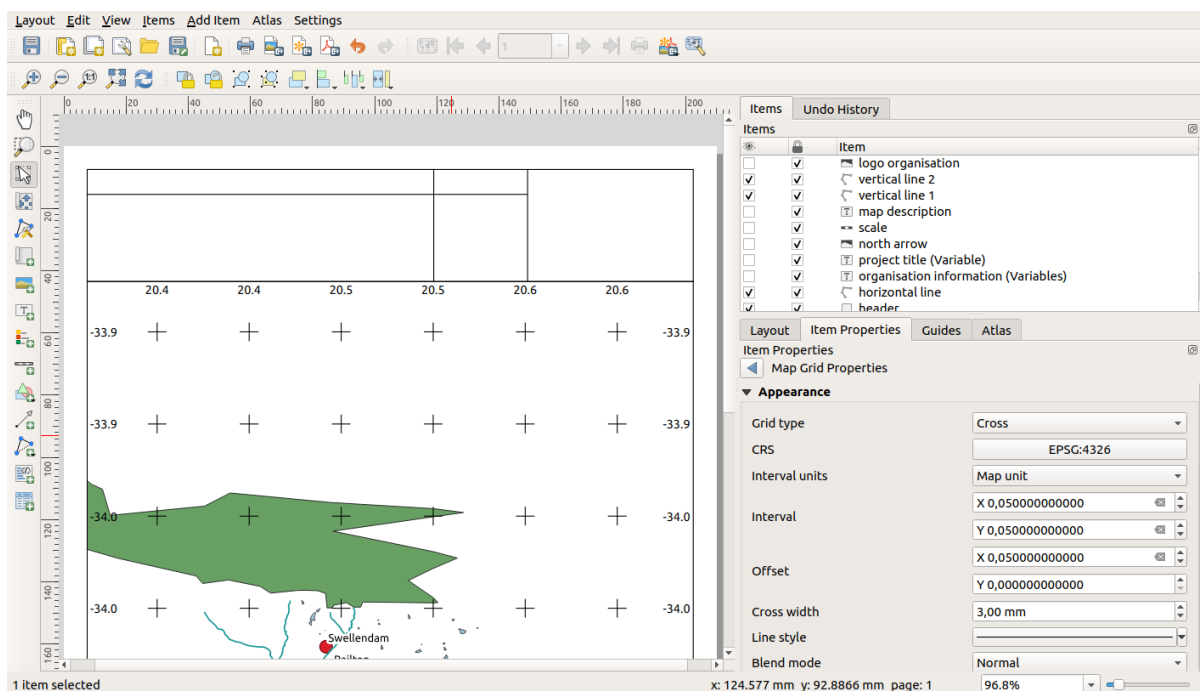
3. La seconda linea verticale è piazzata a sinistra della prima.

1. Imposta l'espressione per *Width* a:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2 - 83.5
```

2. Imposta *Y* alla variabile `sw_layout_margin`
3. L'altezza dovrà essere la stessa dell'altra linea verticale, quindi imposta *Altezza* alla variabile `sw_layout_height_header`.

La figura seguente mostra la struttura del nostro layout dinamico. Riempiremo le aree create dalla linea con alcuni elementi.



### 4.2.3 Follow Along: Creare etichette per l'intestazione dinamica

1. Il titolo del nostro progetto QGIS può essere incluso automaticamente. Il titolo è impostato in *Proprietà Progetto*. Inserisci un'etichetta con il pulsante *Aggiungi Etichetta* e chiamala `project title (variable)`. In *Proprietà Principali* del pannello *Proprietà dell'oggetto* inserisci l'espressione:

```
[%@project title%]
```

Imposta la posizione dell'etichetta.

1. Per *X*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_margin + 3
```

2. Per *Y*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_margin + 0.25
```

3. Per *Width*, usa l'espressione:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2 - 90
```

4. Inerisci 11,25 per *Altezza*

Sotto *Aspetto* imposta la dimensione del carattere a 16 pt.

2. La seconda etichetta includerà una descrizione della mappa che hai creato. Di nuovo, inserisci un'etichetta e chiamala `map description`. In *Proprietà Principali* inserisci il testo `map description`. In *Proprietà Principali* includeremo anche:

```
printed on: [%format_date(now(), 'dd.MM.yyyy')%]
```

Qui abbiamo usato due funzioni di Data e Ora (`now` e `format_date`).


Imposta la posizione dell'etichetta.

1. Per *X*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_margin + 3
```

2. Per *Y*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_margin + 11.5
```

3. La terza etichetta includerà informazioni sulla tua azienda. Prima crea alcune variabili nel menu *Variabili di Proprietà dell'oggetto*. Vai la menu *Layout*, clicca sul pulsante  ogni volta ed inserisci i nomi `o_department`, `o_name`, `o_adress` e `o_postcode`. Nella seconda riga inserisci le informazioni della tua azienda. Useremo queste variabili nella sezione *Proprietà Principali*.

In *Proprietà Principali* inserisci:

```
[% @o_name %]  
[% @o_department %]  
[% @o_adress %]  
[% @o_postcode %]
```

Imposta la posizione dell'etichetta.

1. Per *X*, usa l'espressione:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin - 49.5
```

2. Per *Y*, usa l'espressione:


```
@sw_layout_margin + 15.5
```

3. Per *Larghezza*, usa 49,00

4. Per *Altezza*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_height_header - 15.5
```

#### 4.2.4 Follow Along: Aggiungere immagini all'intestazione dinamica

1. Usa il pulsante  *Aggiungi Immagine* per inserire un'immagine sopra l'etichetta `organisation information`. Dopo aver inserito il nome `organisation logo` definisci la posizione e dimensione del logo:

1. Per *X*, usa l'espressione:


```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2 - 78
```


2. Per *Y*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_margin + 3.5
```

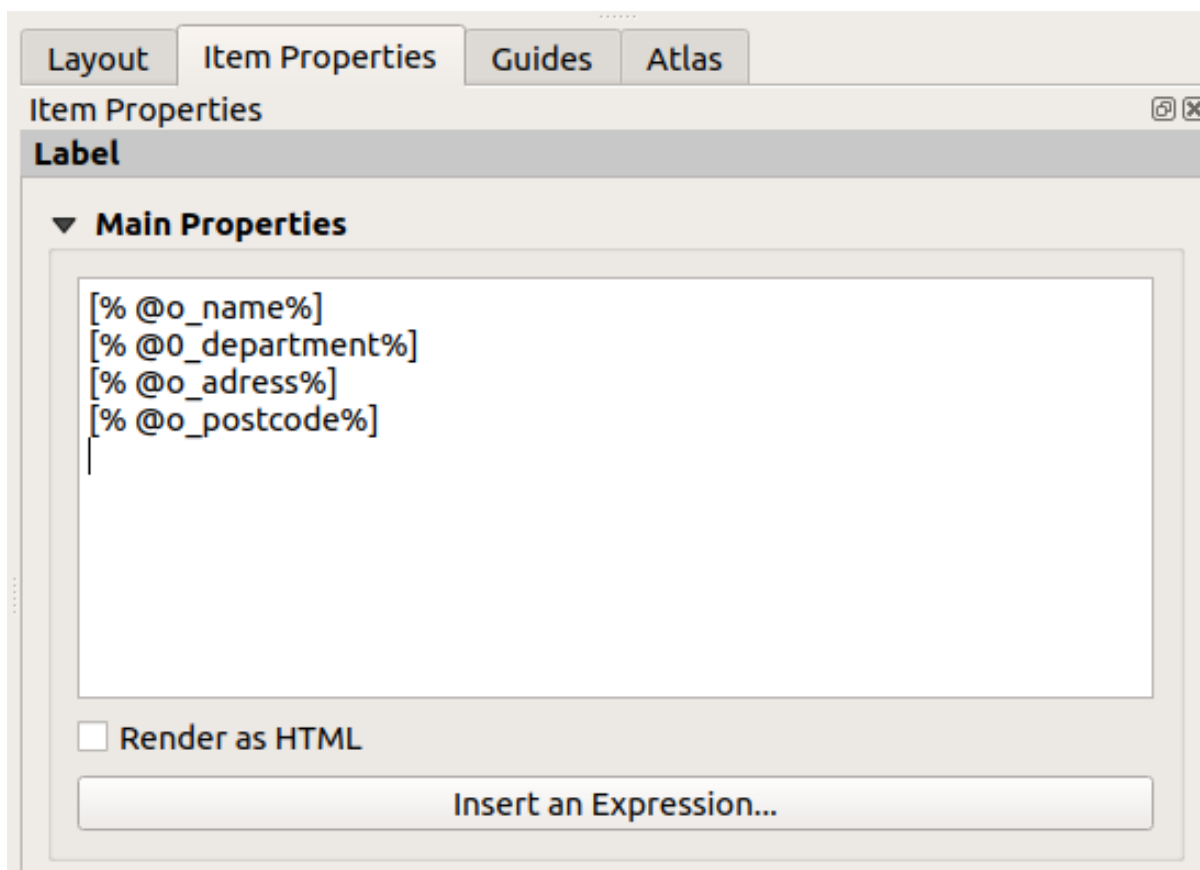
3. Per *Larghezza*, usa 39,292

4. Per *Altezza*, use 9,583

Per includere un logo della tua azienda devi salvare il logo nella tua cartella principale ed inserire il percorso in *Proprietà Principali*  *Sorgente dell'immagine*.

2. Il nostro layout ha ancora bisogno di una freccia per il nord. Questa sarà inserita usando  *Aggiungi Freccia Nord*. Useremo la freccia nord predefinita. Definisci la posizione:

1. Per *X*, usa l'espressione:



```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2 - 78
```


2. Per *Y*, usa l'espressione:

```
@sw_layout_margin + 9
```

3. Per *Larghezza*, usa 21,027

4. Per *Altezza*, usa 21,157

#### 4.2.5 Follow Along: Creare la barra di scala per l'intestazione dinamica

1. Per inserire una barra di scala nell'intestazione clicca su  **Aggiungi Barra di Scala** e posizionala nel rettangolo sopra la freccia nord. In *Mappa* sotto *Proprietà Principali* scegli *main map (Map 1)*. Questo significa che la scala cambierà automaticamente a seconda che hai scelto nell'area di disegno principale di QGIS. Scegli lo *Stile Numerico*. Questo significa che inseriremo una semplice scala senza barra. La scala necessita ancora di una posizione e dimensione.

1. Per *X*, usa l'espressione:

```
@layout_pagewidth - @sw_layout_margin * 2 - 78
```


2. Per *Y*, usa l'espressione:

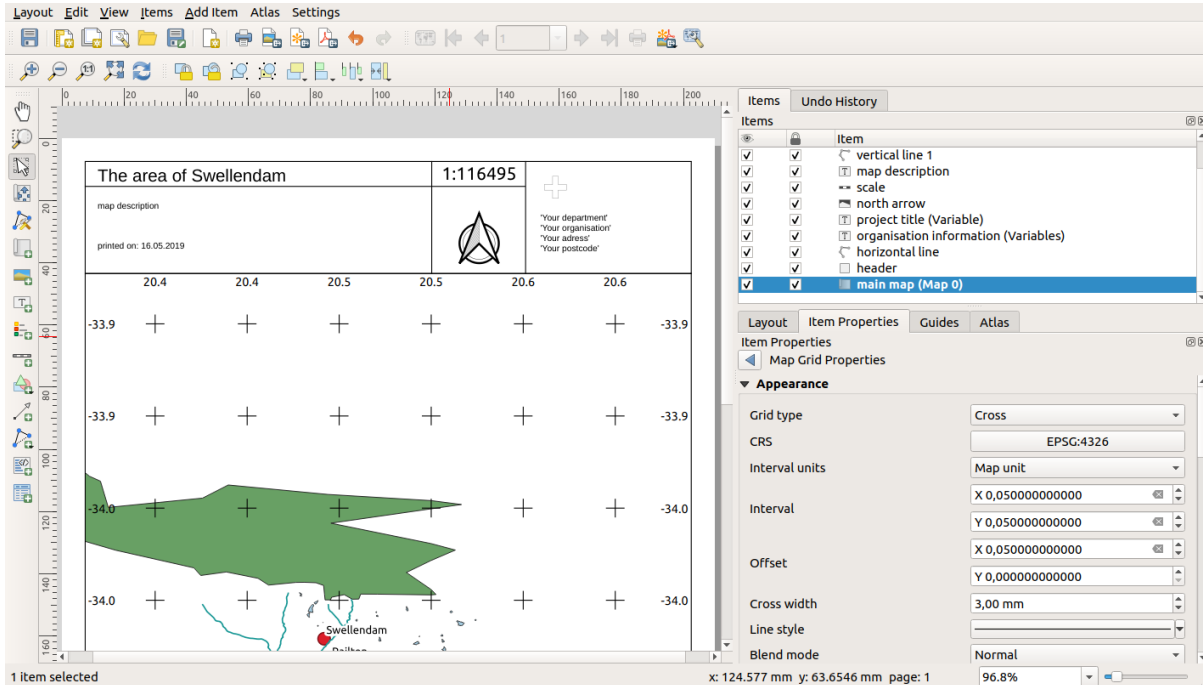
```
@sw_layout_margin + 1
```

3. Per *Larghezza*, usa 25

4. Per *Altezza*, use 8

5. Posiziona il Punto di riferimento al centro.

Congratulazioni! Hai creato il tuo primo layout di mappa dinamico. Dai uno sguardo al layout e controlla se tutto appare come vuoi! Il layout di mappa dinamico reagisce automaticamente quando cambi le *Proprietà pagina*. Per esempio, se cambi la dimensione della pagina da DIN A4 a DIN A3, clicca sul pulsante  *Aggiorna vista* e la struttura della pagina viene adattata.



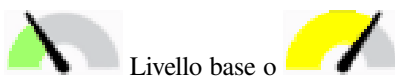
### 4.2.6 What's Next?



Nella prossima pagina, ti sarà dato un compito da completare. Questo ti permetterà di fare pratica con le tecniche che hai appena appreso.

### 4.3 Compito 1

Apri il tuo progetto di mappa esistente e modificalo accuratamente. Se hai notato piccoli errori o cose che avresti voluto risolvere prima, fallo ora.

Mentre personalizzi la tua mappa, continua a farti delle domande. Questa mappa è facile da leggere e capire per qualcuno che non ha familiarità con i dati? Se vedessi questa mappa su Internet, o su un poster o su una rivista, catturerebbe la mia attenzione? Vorrei leggere questa mappa se non fosse mia?



Se stai facendo questo corso in un  Livello base o  Livello intermedio, leggi le tecniche dalle sezioni più avanzate. Se vedi qualcosa che ti piacerebbe fare nella tua mappa, perché non provare ad implementarlo?

Se questo corso viene presentato a te, il presentatore del corso potrebbe richiedere di inviare una versione finale della mappa, esportata in PDF, per la valutazione. Se stai facendo questo corso da solo, ti consigliamo di valutare la tua mappa utilizzando gli stessi criteri. La mappa verrà valutata sull'aspetto generale e sulla simbologia della mappa stessa, nonché sull'aspetto e il layout della pagina della mappa e degli elementi. Ricorda che l'enfasi per valutare l'aspetto delle mappe sarà sempre *facilità d'uso*. Più la mappa è bella da guardare e più è facile da capire a colpo d'occhio.

Felice personalizzazione!

### 4.3.1 In Conclusion

I primi quattro moduli ti hanno insegnato come creare e disegnare una mappa vettoriale. Nei prossimi quattro moduli, imparerai come utilizzare QGIS per un'analisi GIS completa. Ciò includerà la creazione e la modifica di dati vettoriali; analizzare i dati vettoriali; utilizzare e analizzare dati raster; e utilizzando GIS per risolvere un problema dall'inizio alla fine, utilizzando sia le origini dati raster sia quelle vettoriali.

---

## Module: Creare dati vettoriali

---

Creare mappe usando dati esistenti è solo l'inizio. In questo modulo, imparerai come modificare vettori esistenti e creare nuovi dataset.



### 5.1 Lesson: Creare un nuovo vettore dati

I dati che utilizzi devono provenire da qualcosa. Per le applicazioni più comuni, i dati esistono già; ma più il progetto è specializzato e particolare, meno probabile è che i dati siano già disponibili. In questi casi, hai bisogno di creare i tuoi nuovi dati.

**Obiettivo di questa lezione:** Creare un nuovo vettore dati.

#### 5.1.1 Follow Along: Il dialogo crea nuovo layer

Prima di poter aggiungere un nuovi dati al vettore, hai bisogno di un vettore dati a cui aggiungerli. Nel nostro caso, inizierai creando dei dati completamente nuovi, invece di modificarne di esistenti. Perciò, devi prima definire il tuo nuovo insieme di dati.

1. Apri QGIS e crea un nuovo progetto vuoto.
2. Vai la menu e seleziona la voce *Layer*  *Crea Vettore*  *Nuovo Shapefile*. Ti verrà presentato il dialogo *Nuovo Shapefile*, che ti permetterà di definire un nuovo vettore (layer).
3. Clicca ... per il campo *Nome file*. Apparirà un dialogo salva.
4. Naviga fino alla cartella `exercise_data`.
5. Salva il nuovo vettore come `school_property.shp`.

È importante decidere in questa fase che tipo di insieme di dati vuoi. Ogni tipo di vettore è «costruito diversamente» in background, quindi una volta creato il vettore, non è possibile cambiarne il tipo.

Per il prossimo esercizio, creeremo degli elementi che descrivono aree. Per questi elementi, è necessario creare un insieme di dati poligono.

6. Per *Tipo di geometria*, seleziona *Poligono* dal menu a scomparsa:

Questo non ha conseguenze sul resto del dialogo, ma comporterà l'utilizzo del tipo corretto di geometria da utilizzare quanto il vettore viene creato.

**New Shapefile Layer** [Close]

File name: [Text Box] [Browse]

File encoding: UTF-8 [Dropdown]

Geometry type: Point [Dropdown]

Additional dimensions:
  None
  Z (+ M values)
  M values

CRS: EPSG:4326 - WGS 84 [Dropdown] [Globe Icon]

**New Field**

Name: [Text Box]

Type: abc Text data [Dropdown]

Length: 80 [Text Box] Precision: [Text Box]

[Add to Fields List]

**Fields List**

| Name | Type    | Length | Precision |
|------|---------|--------|-----------|
| id   | Integer | 10     |           |

[Remove Field]

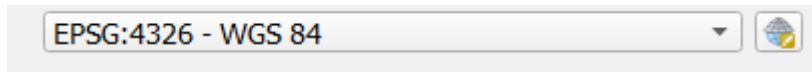
[OK] [Cancel] [Help]

Geometry type: Polygon [Dropdown]



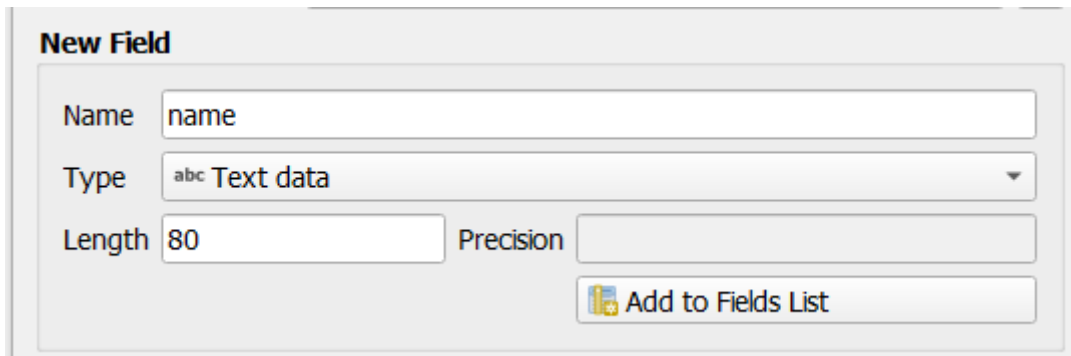
Il campo successivo permette di specificare il Coordinate Reference System (Sistema di Riferimento delle Coordinate), o CRS. Il CRS è un metodo per associare le coordinate numeriche con una posizione sulla superficie della terra. Vedi il Manuale Utente alla voce Lavorare con le proiezioni per saperne di più.

Per questo esempio useremo il CRS predefinito associato con questo progetto, che è WGS84.



Poi c'è una collezione di campi raccolti sotto *Nuovo Campo*. Per impostazione predefinita, un nuovo campo ha un solo attributo, il campo `id` (che dovresti vedere in *Lista Campi*). Comunque, perché i tuoi dati siano utili, ora devi dire qualcosa riguardo gli elementi che creerai in questo vettore. Per i nostri scopi, sarà sufficiente aggiungere un campo chiamato `name` che conterrà `Testo` e sarà limitato ad una lunghezza di 80 caratteri.

7. Riproduci la configurazione sotto riportata, poi clicca il pulsante *Aggiungi a Lista Campi*:



8. Controlla che il tuo dialogo appaia come segue:
9. Fai clic su *OK*



Il nuovo vettore dovrebbe apparire nel tuo pannello *Layer*.

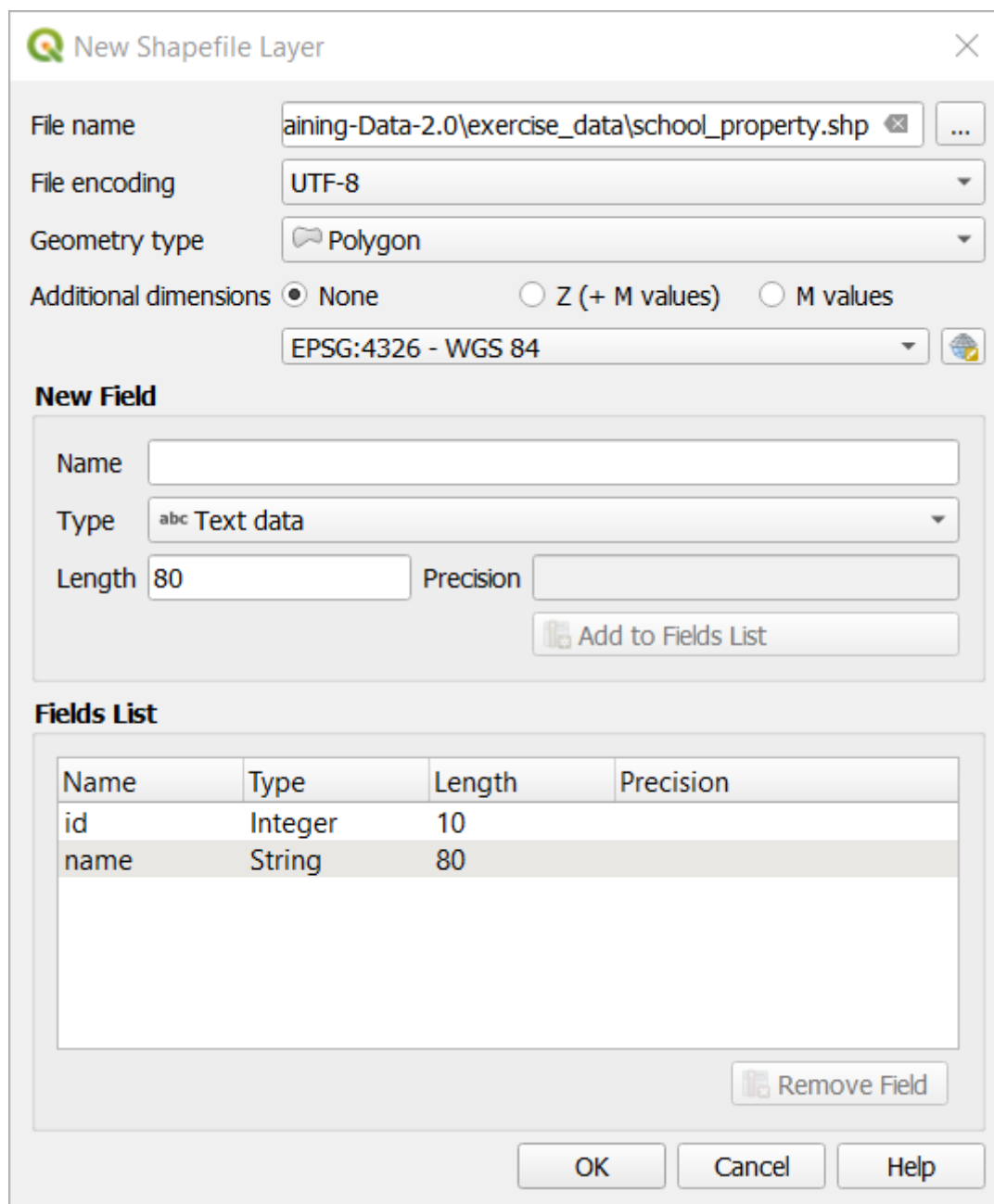
## 5.1.2 Follow Along: Fonti dei dati

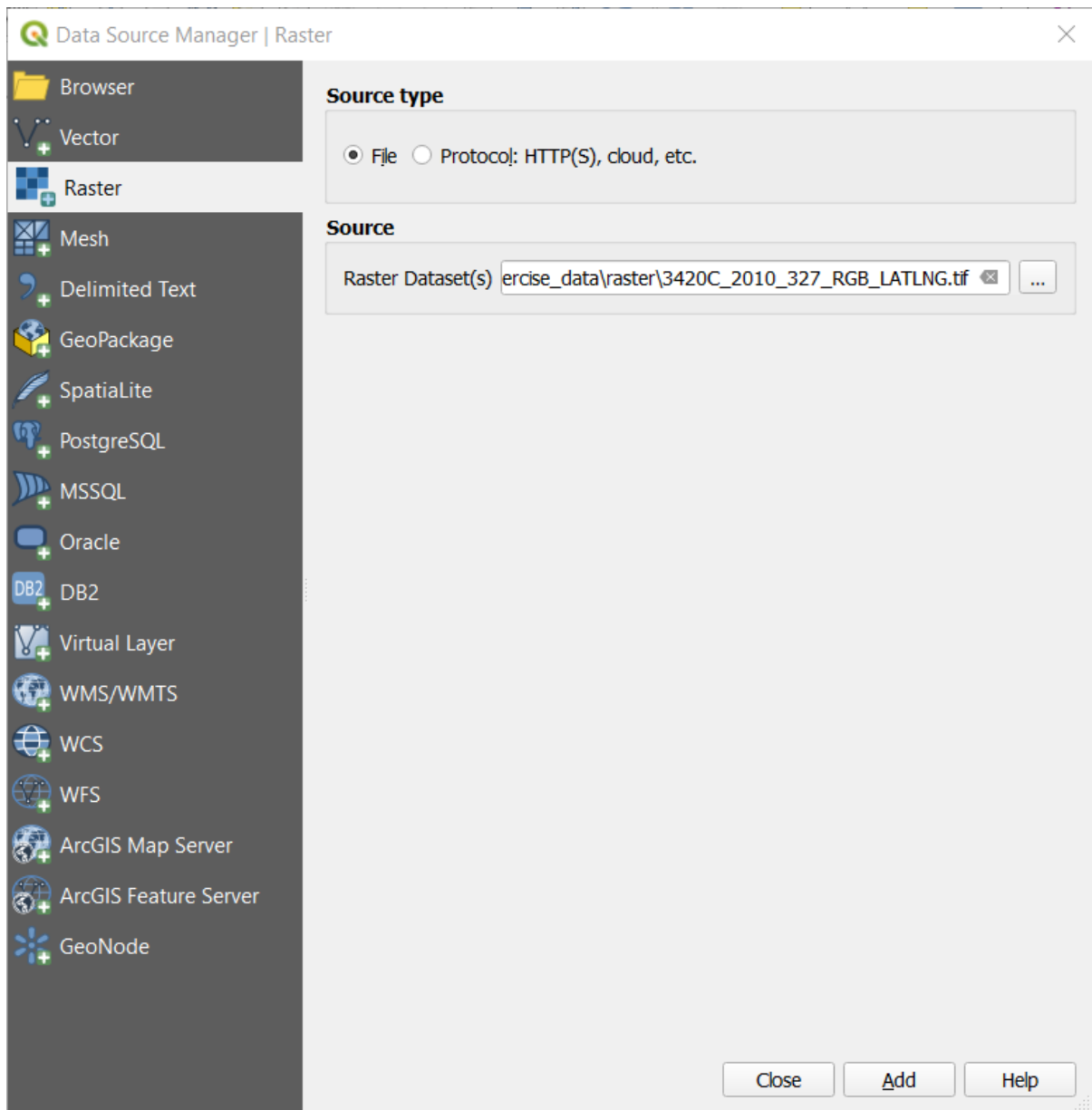
Quando crei nuovi dati, ovviamente devono riguardare oggetti che esistono realmente sul terreno. Perciò, devi ricevere le informazioni da qualcosa.

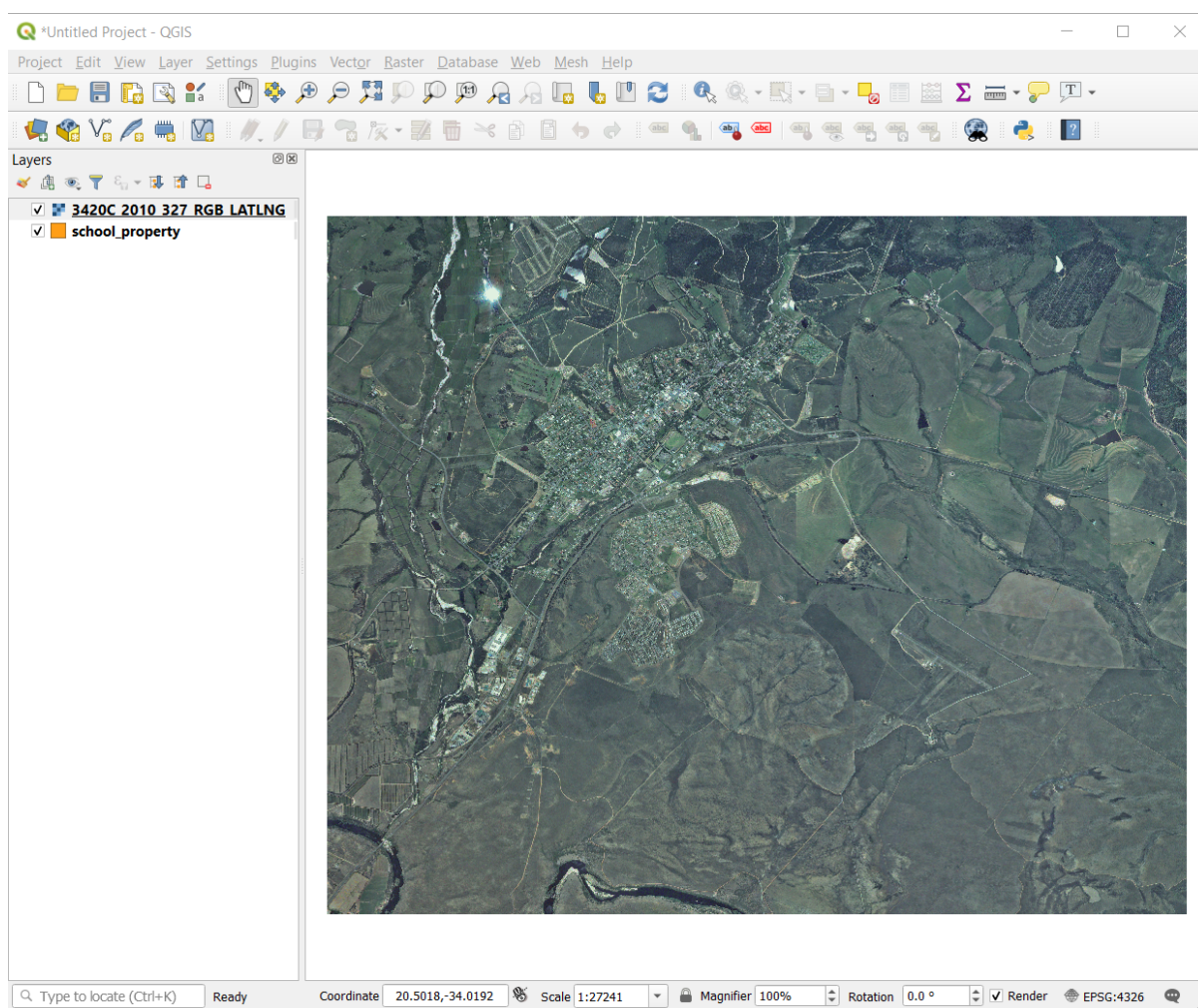
Ci sono diversi modi per ottenere dati sugli oggetti. Per esempio, potresti usare un GPS per rilevare i punti nel mondo reale, e successivamente importarli in QGIS. Oppure potresti misurare i punti con un teodolite, ed inserire le coordinate manualmente per creare nuovi elementi. Oppure puoi usare un processo di digitalizzazione per tracciare oggetti raccolti da sistemi remoti, come immagini da satellite o foto aeree.

Per il nostro esempio, useremo un approccio digitale. Sono forniti degli insiemi di dati raster, quindi dovrai importarli quando necessario.

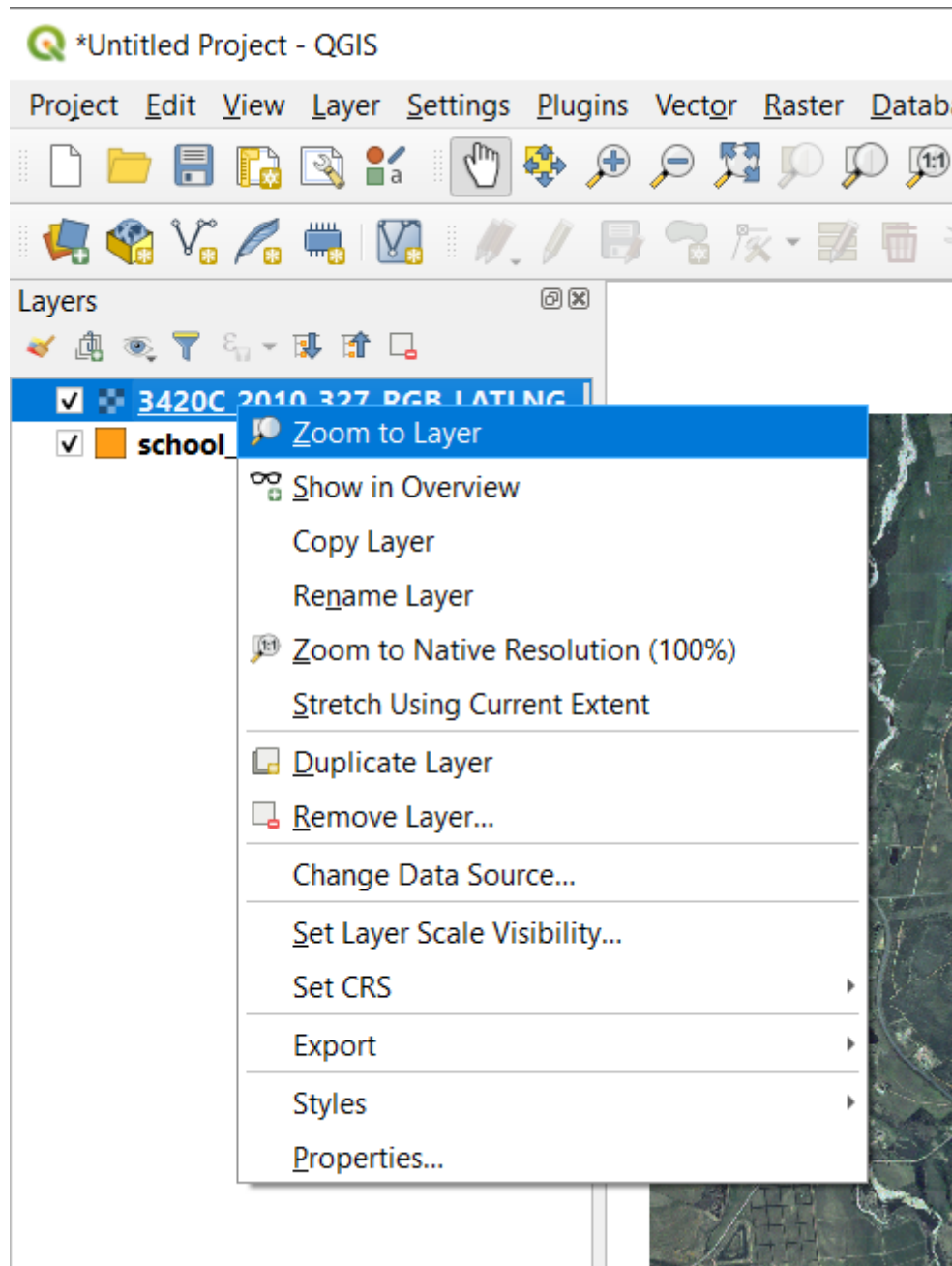
1. Clicca sul pulsante  *Apri Gestore delle sorgenti dati*.
2. Selezione  *Raster* sulla sinistra.
3. Nel pannello *Sorgente*, clicca sul pulsante ...:
4. Naviga in `exercise_data/raster/`.
5. Seleziona il file `3420C_2010_327_RGB_LATLNG.tif`.
6. Clicca *Apri* per chiudere la finestra di dialogo.
7. Clicca *Aggiungi* e *Chiudi*. Un'immagine sarà carica sulla mappa.








8. Se non vedi apparire un'immagine aerea, seleziona il nuovo layer, clicca col tasto destro, e scegli *Zoom sul Layer* nel menu contestuale.



9. Clicca sul pulsante  *Ingrandisci*, ed ingrandisci l'area sotto evidenziata in blu:

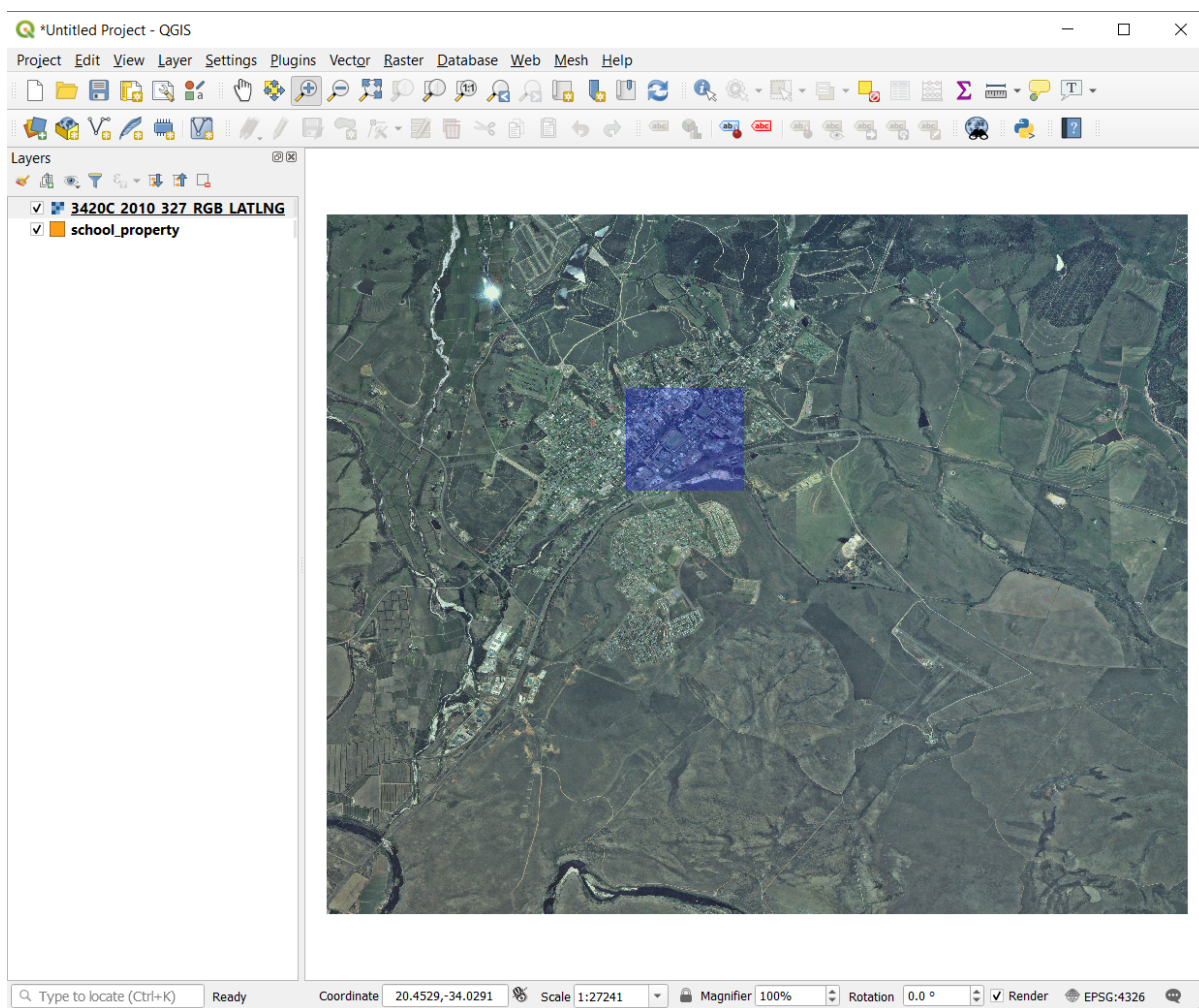
Ora sei pronto per digitalizzare questi tre campi:

Prima di iniziare a digitalizzare, spostiamo il layer `school_property` sopra l'immagine aerea.

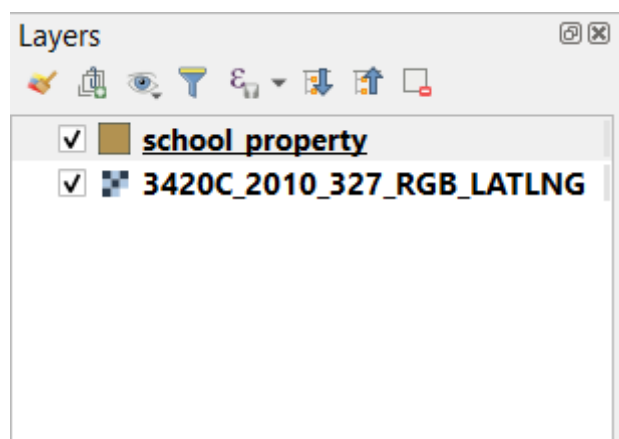
1. Seleziona il layer `school_property` in *Layer* spostalo in cima.


Per iniziare a digitalizzare, devi entrare in modalità **modifica**. I software GIS comunemente lo richiedono per evitare che accidentalmente vengano modificati o cancellati dati importanti. La modalità modifica è attivata e disattivata individualmente per ogni layer.



Per entrare in modalità modifica per il layer `school_property`:









1. Clicca sul layer `school_property` sul pannello *Layer* per selezionarlo.
2. Clicca sul pulsante  Attiva Modifiche.


Se non riesci a trovare questo pulsante, controlla che la barra strumenti *Strumenti di Digitalizzazione* sia abilitata. Dovrebbe esserci una spunta alla voce di menu *View*  *Toolbars*  *Strumenti di Digitalizzazione*.

Appena entri in modalità modifica, vedrai attivarsi alcuni strumenti di digitalizzazione:

-  Aggiungi Elemento Poligonale
-  Strumento Vertice

Altri pulsanti importanti sono ancora inattivi, diventeranno attivi quando inizierai ad interagire con i nuovi dati.


Nota che il layer `school_property` nel pannello *Layer* ha un'icona penna, indicante che è in modalità modifica.

3. Clicca sul pulsante  Aggiungi Elemento Poligonale per iniziare a digitalizzare i nostri campi scolastici.

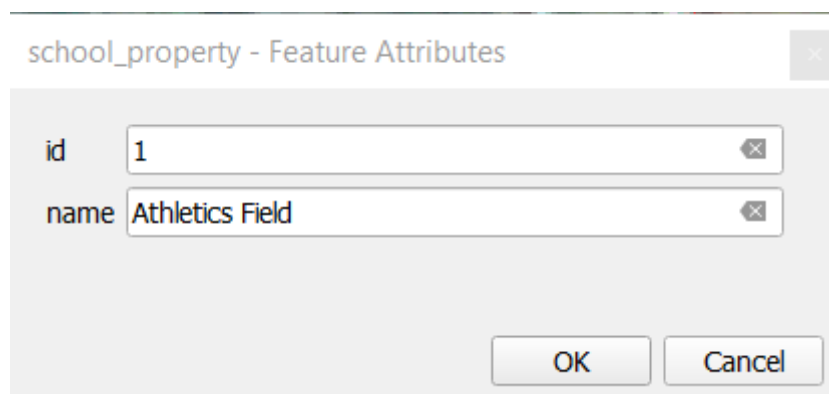
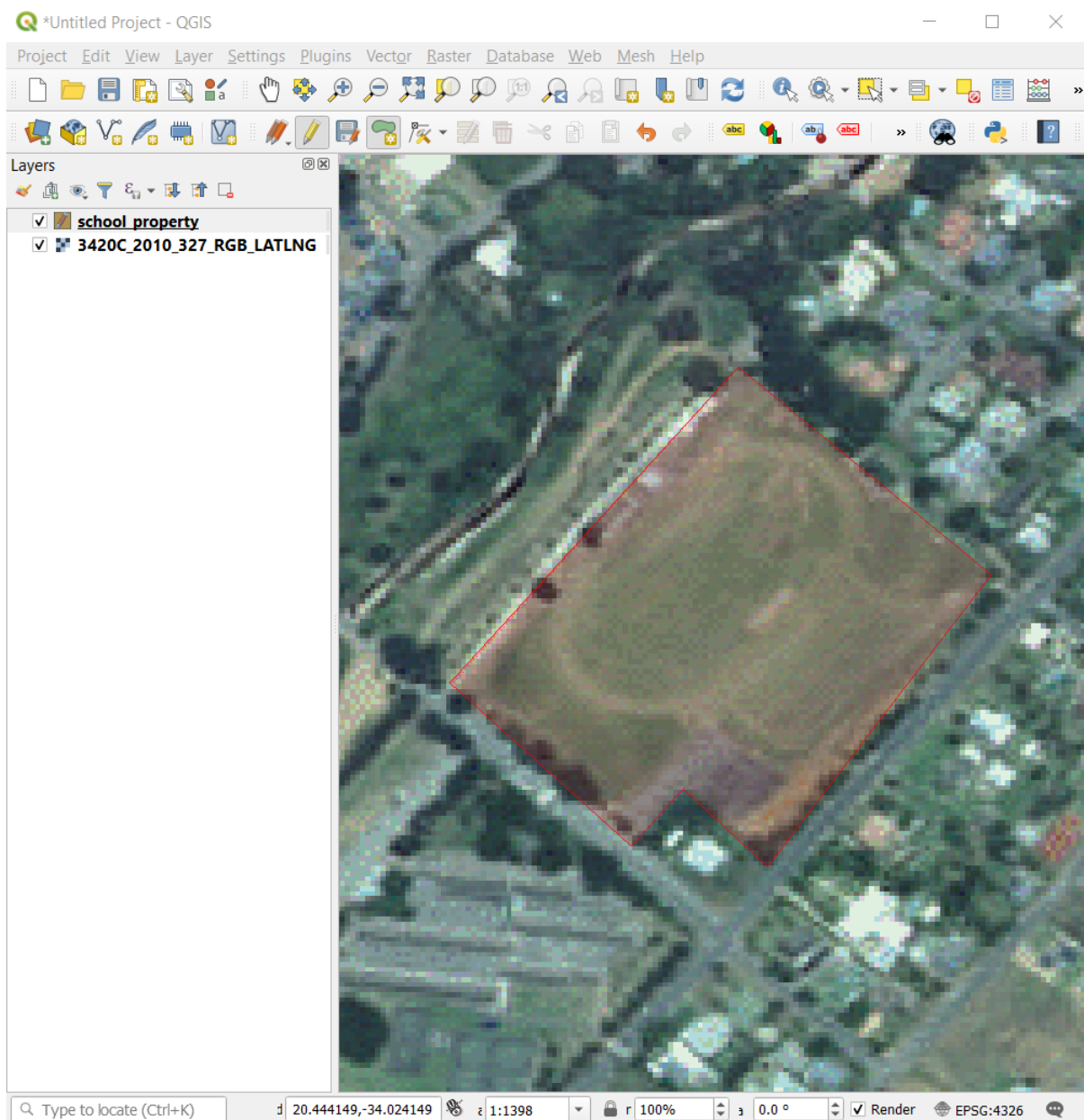
Noterai che il cursore del mouse è diventato un mirino. Questo ti permette di essere più accurato nel posizionare i punti da digitalizzare. Ricorda che anche quando stai utilizzando lo strumento di digitalizzazione, puoi ingrandire e rimpicciolire la mappa ruotando la rotella del mouse, e puoi spostarla tenendo premuto la rotella del mouse e spostandoti sulla mappa.

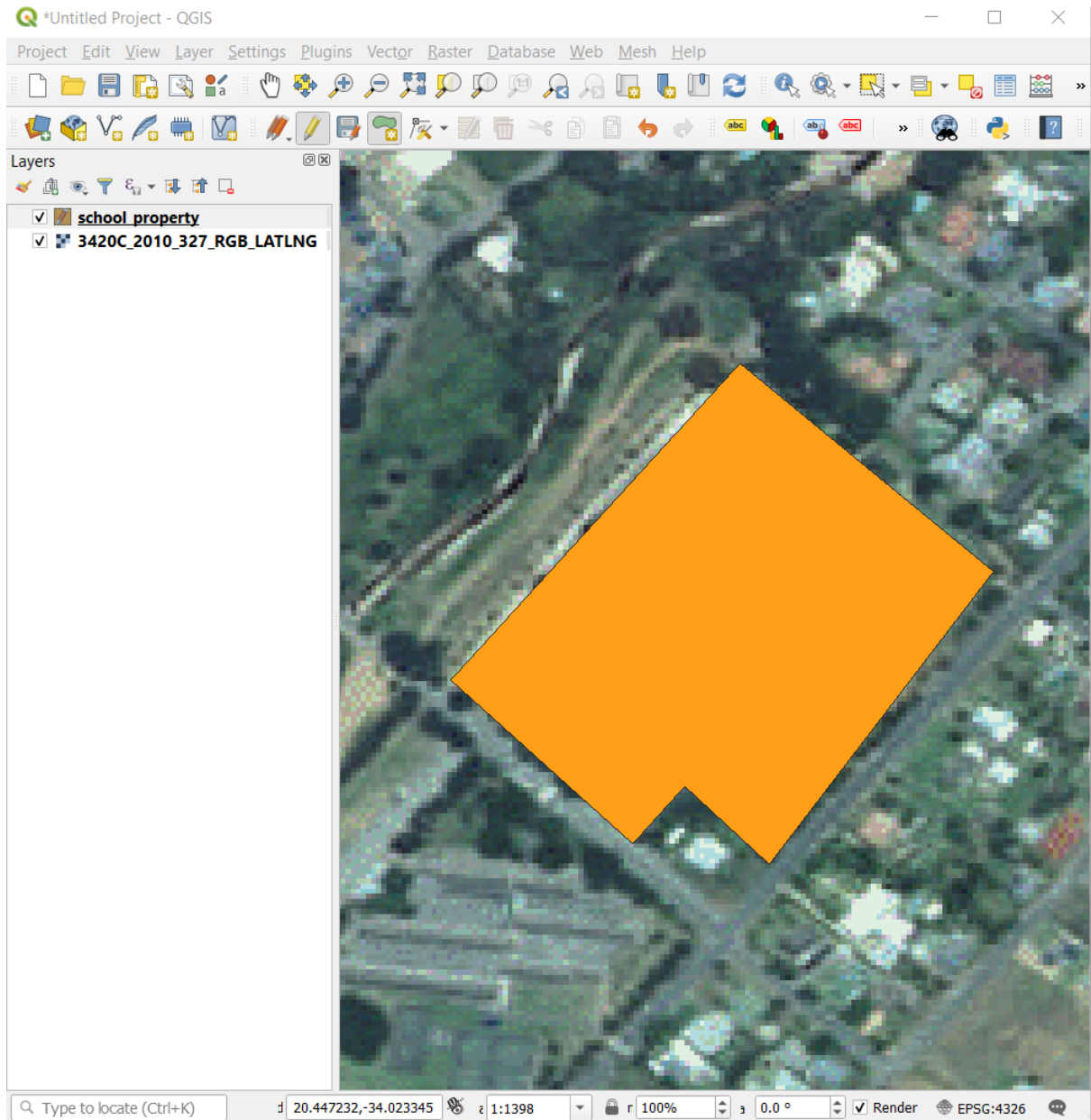
Il primo elemento che digitalizzerai è *athletics field*:

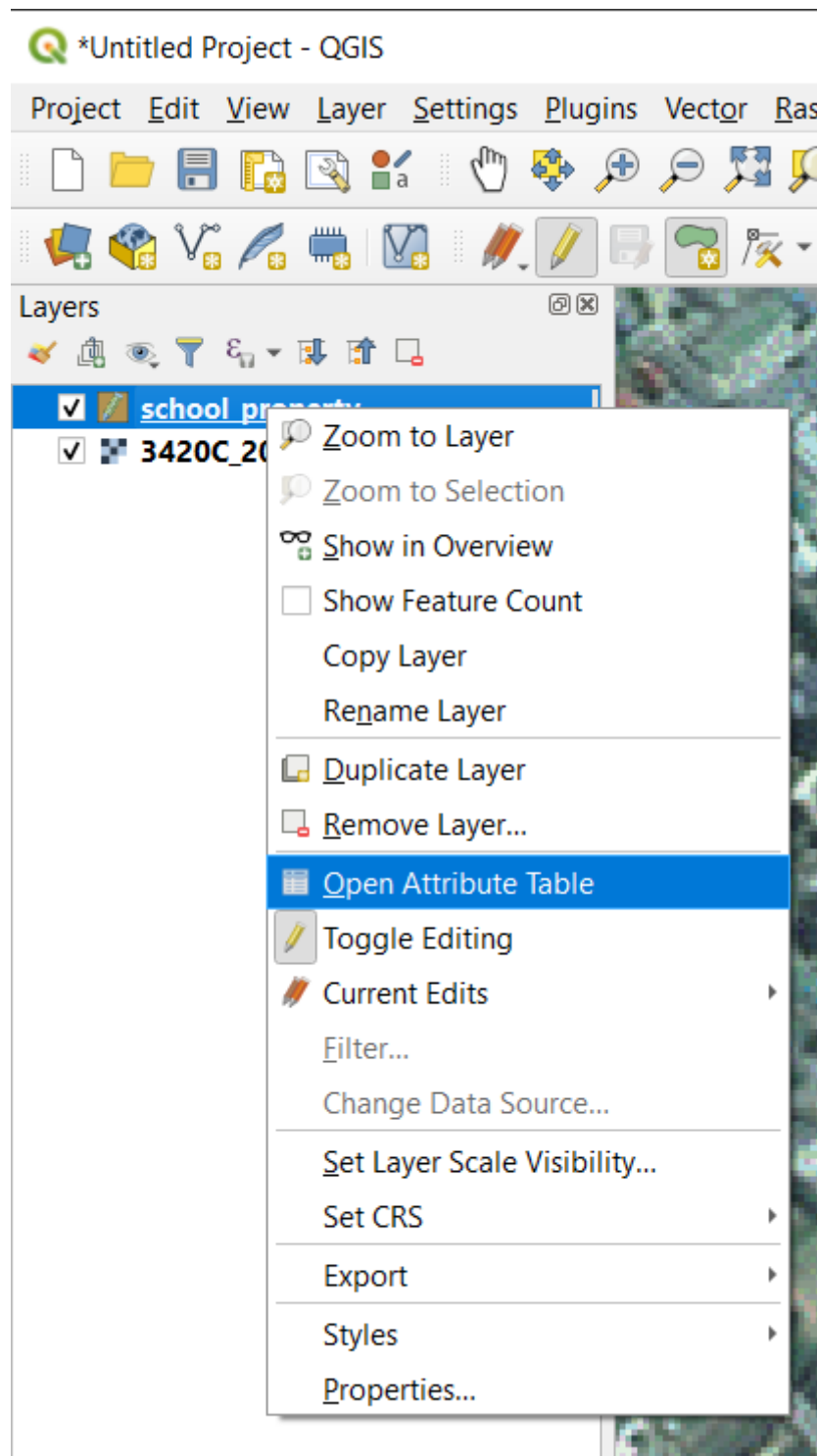


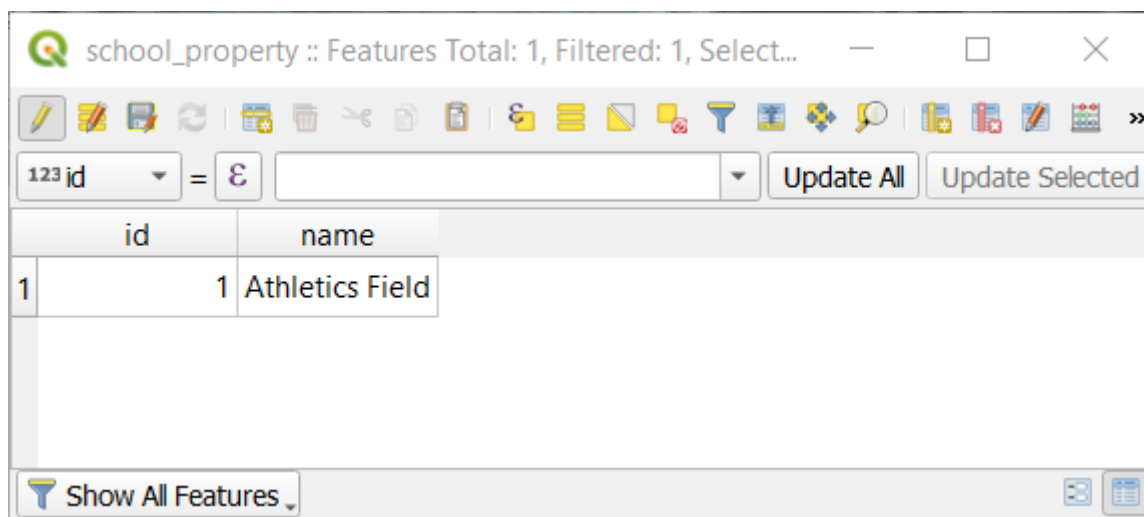
4. Inizia la digitalizzazione cliccando in un punto lungo il bordo del campo.
5. Piazza più punti cliccando lungo il bordo, finché la forma che stai disegnando non ricopre completamente il campo.
6. Dopo aver piazzato il tuo ultimo punto, clicca col tasto destro per finire il disegno del poligono. Questo completerà l'elemento e ti mostrerà il dialogo *Attributi elemento*.
7. Inserisci i valori come di seguito:
8. Clicca *OK*, ed hai creato un nuovo elemento!
9. Nel pannello the *Layer* seleziona il layer `school_property`.
10. Clicca col tasto destro e seleziona *Apri tabella attributi* nel menu contestuale.  
Nella tabella vedrai l'elemento appena aggiunto. Nella modalità modifica puoi aggiornare i dati degli attributi facendo doppio click sulla cella che vuoi aggiornare.
11. Chiudi la tabella attributi
12. Per salvare l'elemento appena creato, clicca sul pulsante  Salva Modifiche Vettore.













Ricorda, se hai fatto un errore digitalizzando un elemento, puoi sempre modificarlo dopo averlo creato. Se hai fatto un errore, continua la digitalizzazione finché non hai creato l'elemento come sopra. Poi:



1. Clicca sul pulsante  Strumento Vertice.
2. Sposta il mouse sopra un vertice che vuoi spostare e clicca col tasto destro sul vertice.
3. Muovi il mouse nella posizione corretta del vertice, e clicca col tasto sinistro. Questo muoverà il vertice nella nuova posizione.

La stessa procedura può essere utilizzata per spostare una linea, ma dovrai spostarti sopra il punto mediano della linea.

Se vuoi annullare una modifica, puoi premere il pulsante  Annulla o premere `Ctrl+Z`.

Ricorda di salvare le modifiche cliccando il pulsante  Salva Modifiche Vettore.

Per abilitare i rimanenti strumenti di modifica elemento, è necessario selezionare l'elemento.

1. Clicca sul pulsante  Seleziona Elementi nella barra degli Strumenti Attributi.
2. Clicca sull'elemento appena creato ed i pulsanti rimanenti si attiveranno.  
Vedi il Manuale Utente per una descrizione degli altri pulsanti in questa barra strumenti.
3. Quando hai finito le modifiche, clicca il pulsante  Attiva Modifiche per uscire dalla modalità modifica, e salva le modifiche.

### 5.1.3 Try Yourself: Digitalizzare Poligoni

Digitalizza la scuola stessa ed il campo in alto. Usa questa immagine come aiuto:

Ricorda che ogni nuovo elemento deve avere un unico campo `id`!

---

**Nota:** Quando hai finito di aggiungere elementi ad un layer, ricorda di salvare le modifiche e poi esci dalla modalità modifica.

---

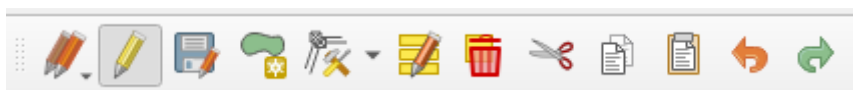
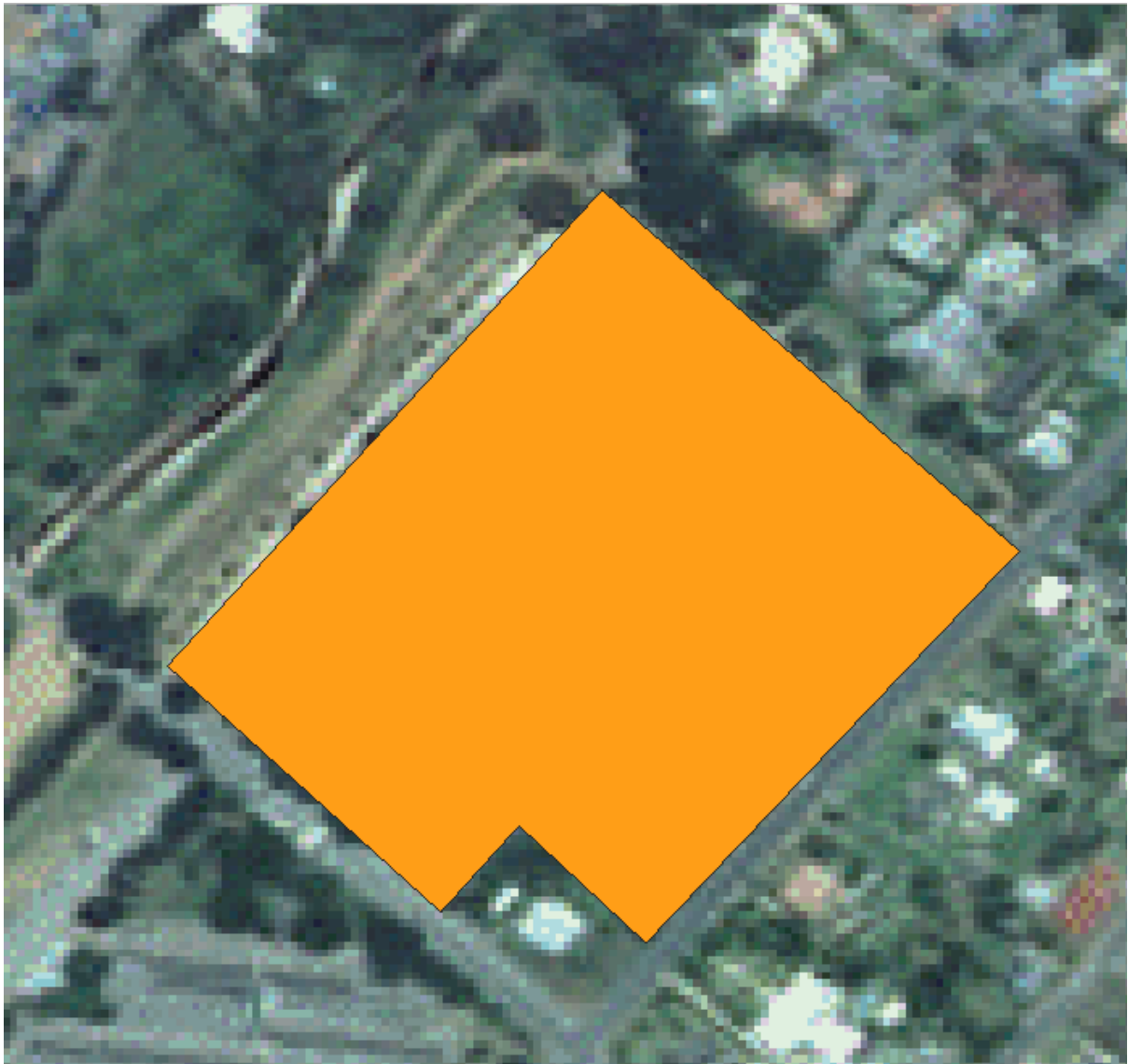


---

**Nota:** Puoi cambiare stile del riempimento, del contorno e posizionamento delle etichette e la formattazione del `school_property` usando le tecniche imparate nelle lezioni precedenti.

---









## 5.1.4 Follow Along: Usare la tabella modifica vertici

Un altro modo per modificare un elemento è inserire manualmente i valori delle coordinate per ogni vertice usando la tabella *Modifica Vertici*.

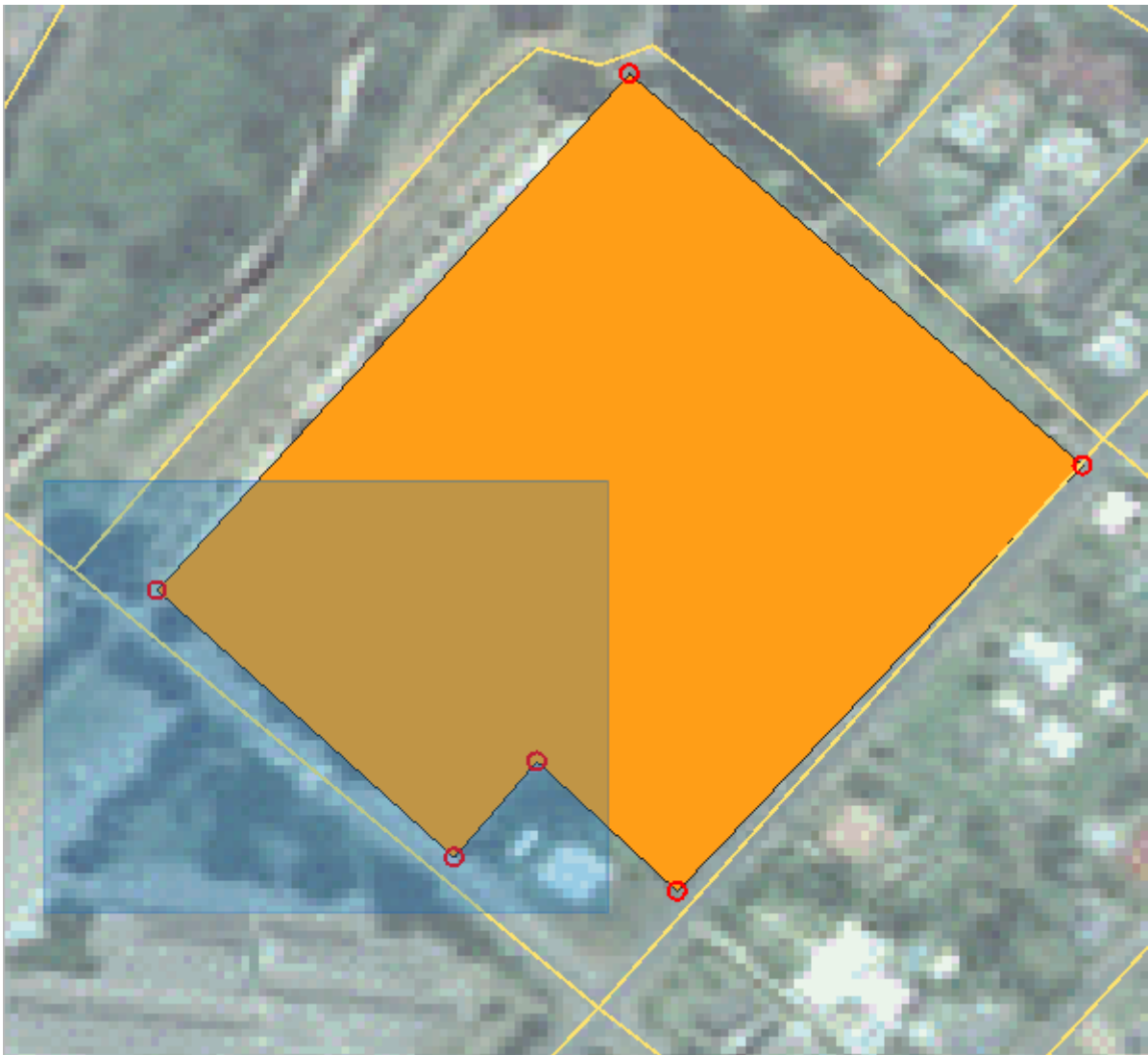
1. Assicurati di essere in modalità modifica sul layer `school_property`.
2. Se non ancora attivato, clicca sul pulsante  Strumento Vertice.
3. Muovi il mouse sopra uno degli elementi poligono creati sul layer ``school\_property`` e cliccaci sopra col tasto destro. Questo selezionerà l'elemento ed apparirà un pannello *Modifica Vertici*.

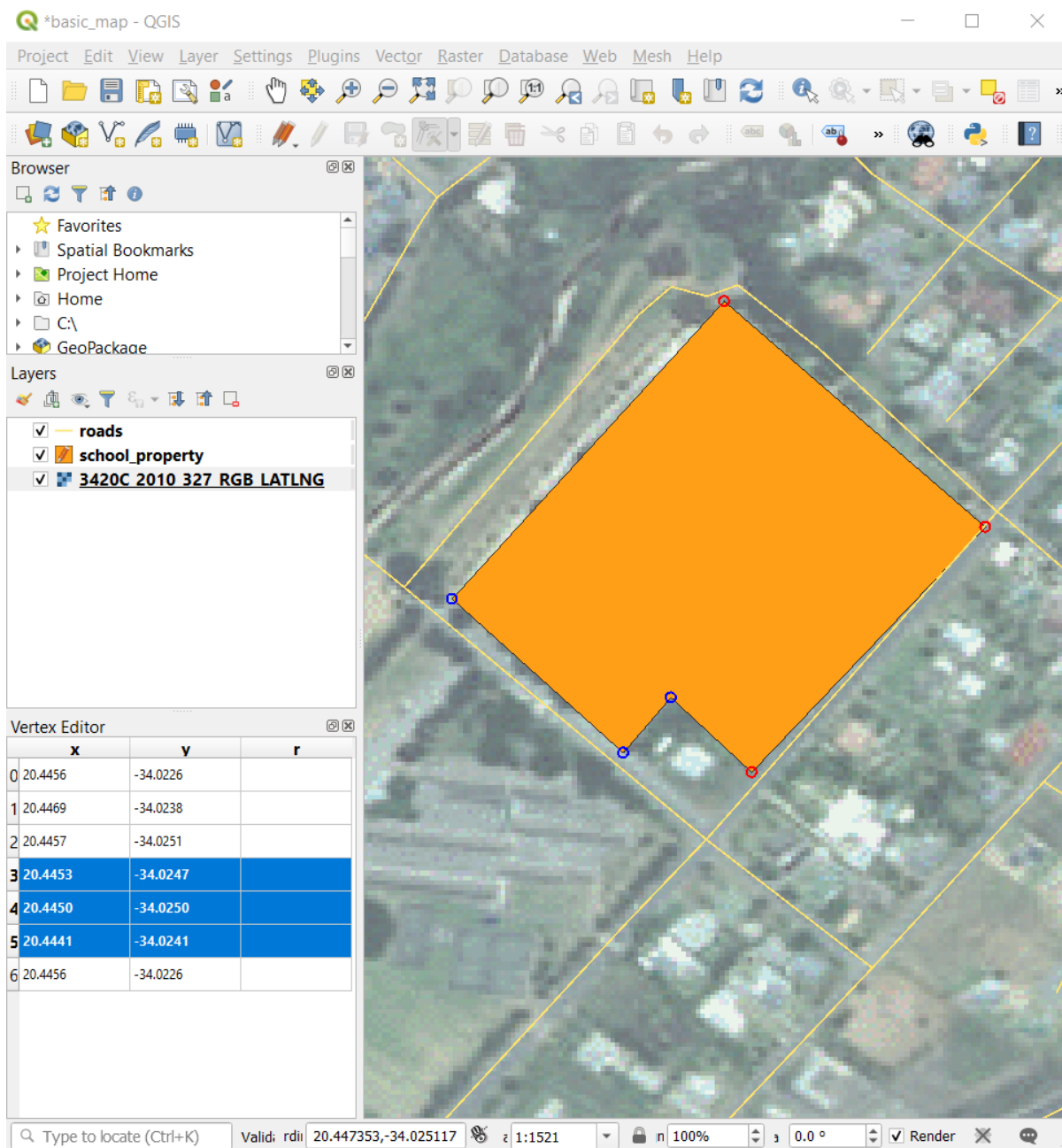
|   | x       | y        | r |
|---|---------|----------|---|
| 0 | 20.4456 | -34.0226 |   |
| 1 | 20.4469 | -34.0238 |   |
| 2 | 20.4457 | -34.0251 |   |
| 3 | 20.4453 | -34.0247 |   |
| 4 | 20.4450 | -34.0250 |   |
| 5 | 20.4441 | -34.0241 |   |
| 6 | 20.4456 | -34.0226 |   |

**Nota:** Questa tabella contiene le coordinate dei vertici dell'elemento. Nota che ci sono 7 vertici su questa figura, ma solo sei sono visualizzabili sulla mappa. Guardando attentamente, si noterà che le righe 0 e 6 contengono le stesse coordinate. Questi sono i vertici di inizio e fine della geometria dell'elemento, e sono necessari per creare un elemento poligono chiuso.

4. Clicca e trascina un rettangolo sopra uno o più vertici, dell'elemento selezionato.  
I vertici selezionati cambieranno colore in blu e nella tabella *Modifica Vertici* le righe corrispondenti alle coordinate dei vertici saranno evidenziate,.
5. Per modificare una coordinata, fai doppio clic col tasto sinistro sulla cella nella tabella che vuoi modificare ed inserisci il valore. In questo esempio, la coordinata x della riga 4 è modificata da 20.4450 a 20.4444.
6. Dopo aver inserito il valore, premi il tasto Invio per applicare la modifica. Vedrai il vertice spostarsi nella nuova posizione nella finestra della mappa.
7. Quando hai finito le modifiche, clicca il pulsante  Attiva Modifiche per uscire dalla modalità modifica, e salva le modifiche.









|   | x       | y        | r |
|---|---------|----------|---|
| 0 | 20.4456 | -34.0226 |   |
| 1 | 20.4469 | -34.0238 |   |
| 2 | 20.4457 | -34.0251 |   |
| 3 | 20.4453 | -34.0247 |   |
| 4 | 20.4444 | -34.0250 |   |
| 5 | 20.4441 | -34.0241 |   |
| 6 | 20.4456 | -34.0226 |   |

Type to locate (Ctrl+K)      Valid: rdii      20.4441

### 5.1.5 Try Yourself: Digitalizzare linee

Digitalizzeremo due strade che non sono ancora segnate come strade sul layer; uno è un sentiero (path), l'altro una pista (track). Il nostro sentiero corre lungo il confine sud della periferia di Railton, iniziando e finendo su strade segnate:

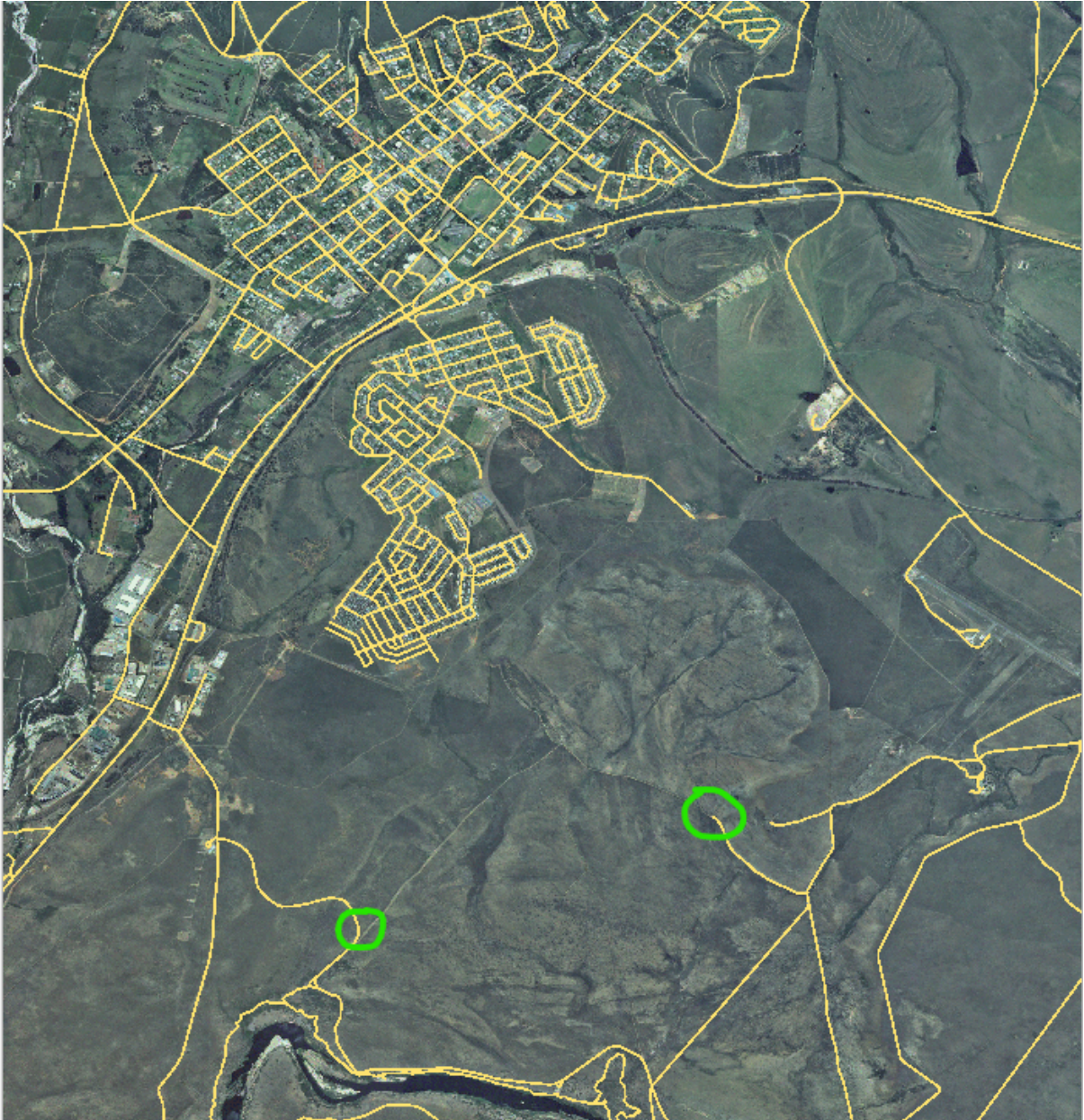
La nostra pista è un po' più a sud:

1. Crea un nuovo Shapefile ESRI per linee e chiamalo `routes.shp`, con attributi `id` e `type` (usa l'approccio visto come guida).
2. Se il layer `roads` non è nella mappa, aggiungilo dal file `GeoPackage training-data.gpkg` incluso nella cartella `exercise_data` dei dati per l'esercitazione che hai scaricato.
3. Attiva la modalità modifica.
4. Dato che stai lavorando con un elemento linea, clicca sul pulsante  `Aggiungi Elemento Lineare` per iniziare la digitalizzazione della linea.
5. Uno alla volta, digitalizza il sentiero e la traccia sul layer `routes`. Prova a seguire i percorsi il più accuratamente possibile, aggiungendo ulteriori punti sugli angoli e sulle curve.
6. Imposta il valore dell'attributo `type` a `path` o `track`.
7. Usa il dialogo *Proprietà Layer* per aggiungere uno stile ai percorsi. Sentiti libero di usare diversi stili per i sentieri e le piste.
8. Salva le modifiche e disattiva la modalità modifica premendo il pulsante  `Attiva Modifiche`.

*Controlla i risultati*







## 5.1.6 In Conclusion

Ora sai come creare elementi! Questo corso non mostra come aggiungere elementi punto, perché non è realmente necessario dopo aver lavorato con elementi più complicati (linee e poligoni). Si opera allo stesso modo, solo che devi cliccare una sola volta dove vuoi che il punto stia, gli si danno degli attributi come al solito, e l'elemento è creato.

Conoscere come digitalizzare è importante perché è un'attività molto comune nei programmi GIS.

## 5.1.7 What's Next?

Gli elementi in un layer GIS non sono solo figure, sono oggetti nello spazio. Per esempio, poligoni adiacenti sanno dove sono in relazione uno con l'altro. Questa è chiamata **topologia**. Nella prossima lezione vedrai un esempio di perché questo è utile.

## 5.2 Lesson: Elemento topologia


La topologia è un utile aspetto dei vettori dati, perché minimizza gli errori come la sovrapposizione o gli spazi vuoti.

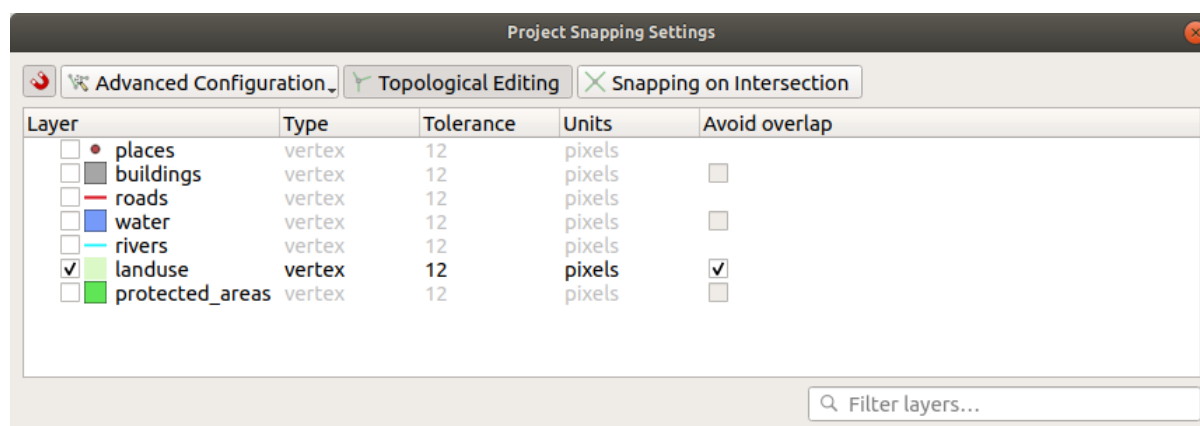
Per esempio: se due elementi condividono un bordo, e lo modifichi usando la topologia, allora non hai bisogno di modificare prima un elemento, poi un altro, ed allineare attentamente i bordi perché coincidano. Invece, puoi modificare il loro bordo comune e tutti gli elementi cambieranno contemporaneamente.



**Obiettivo della lezione:** Comprendere la topologia usando degli esempi.

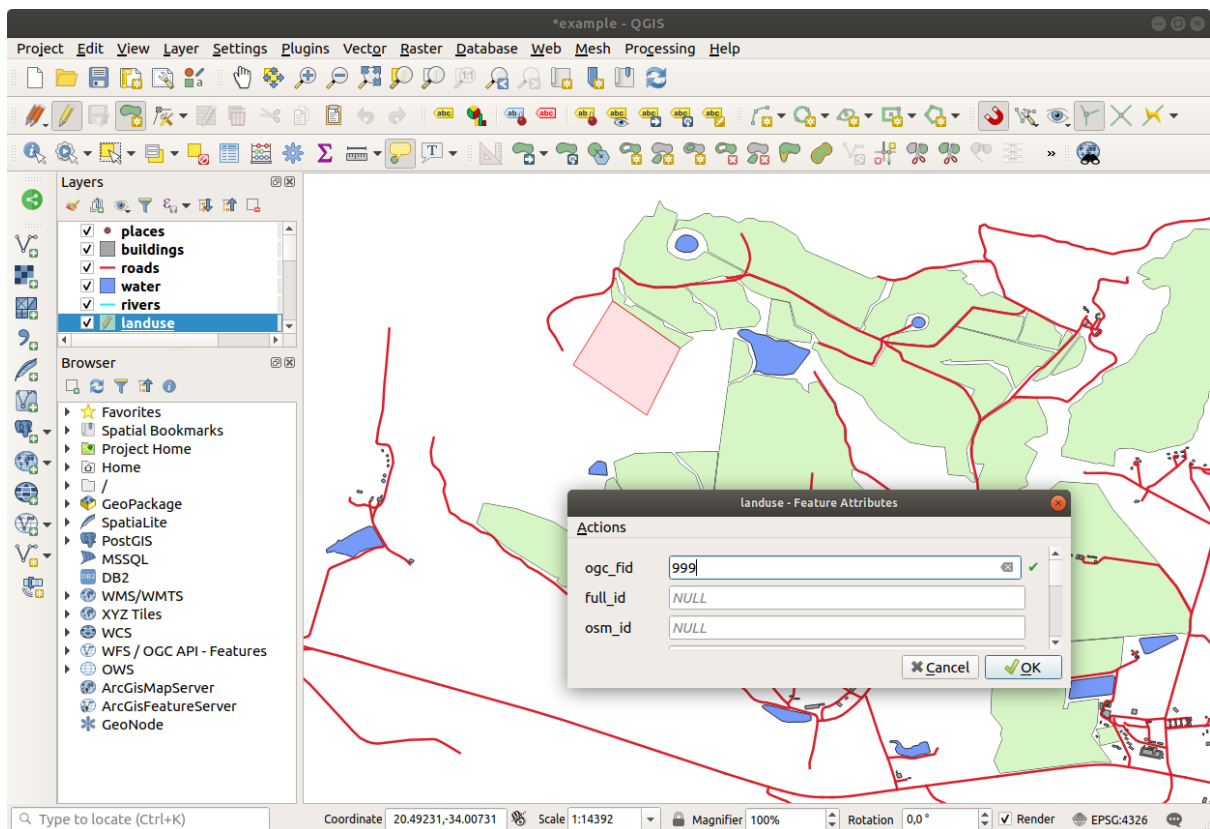
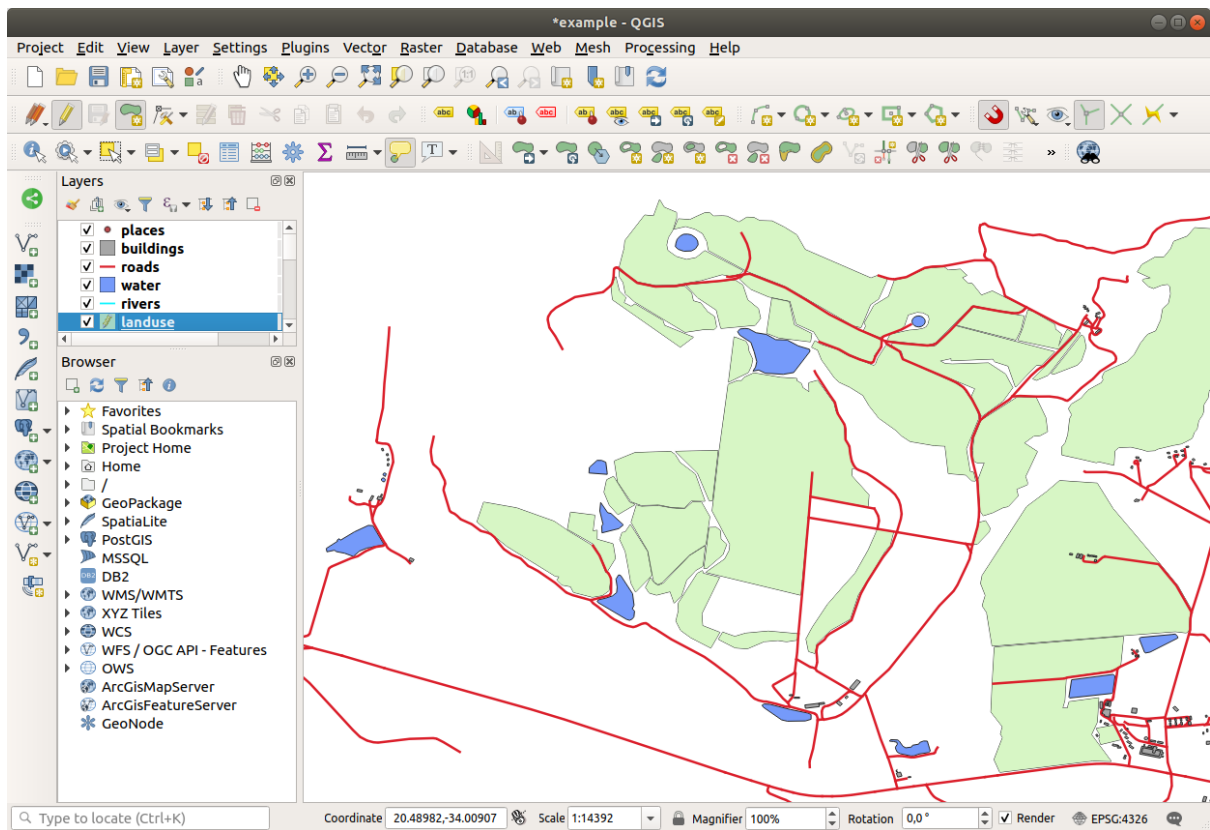
### 5.2.1 Follow Along: Aggancio

L'aggancio rende facile la modifica della topologia. Questo permetterà al cursore del mouse di agganciarsi ad altri oggetti mentre stai digitalizzando. Per impostare le opzioni di aggancio:

1. Entra nella voce di menu *Progetto*  *Opzioni di Aggancio...*
2. Imposta il dialogo *Opzioni di Aggancio* per attivare il layer `landuse` con *Tipo vertice* e tolleranza 12 pixel:



3. Assicurati che sia spuntata la voce *Evita sovrapposizione*.
4. Abbandona il dialogo.
5. Seleziona il layer `landuse` ed entra in modalità modifica (  )
6. Controlla (in *Visualizza*  *Barre degli strumenti*) che la barra *Digitalizzazione Avanzata* sia abilitata.
7. Ingrandisci questa area (abilita layer ed etichette se necessario):
8. Digitalizza questa nuova area (fittizia):





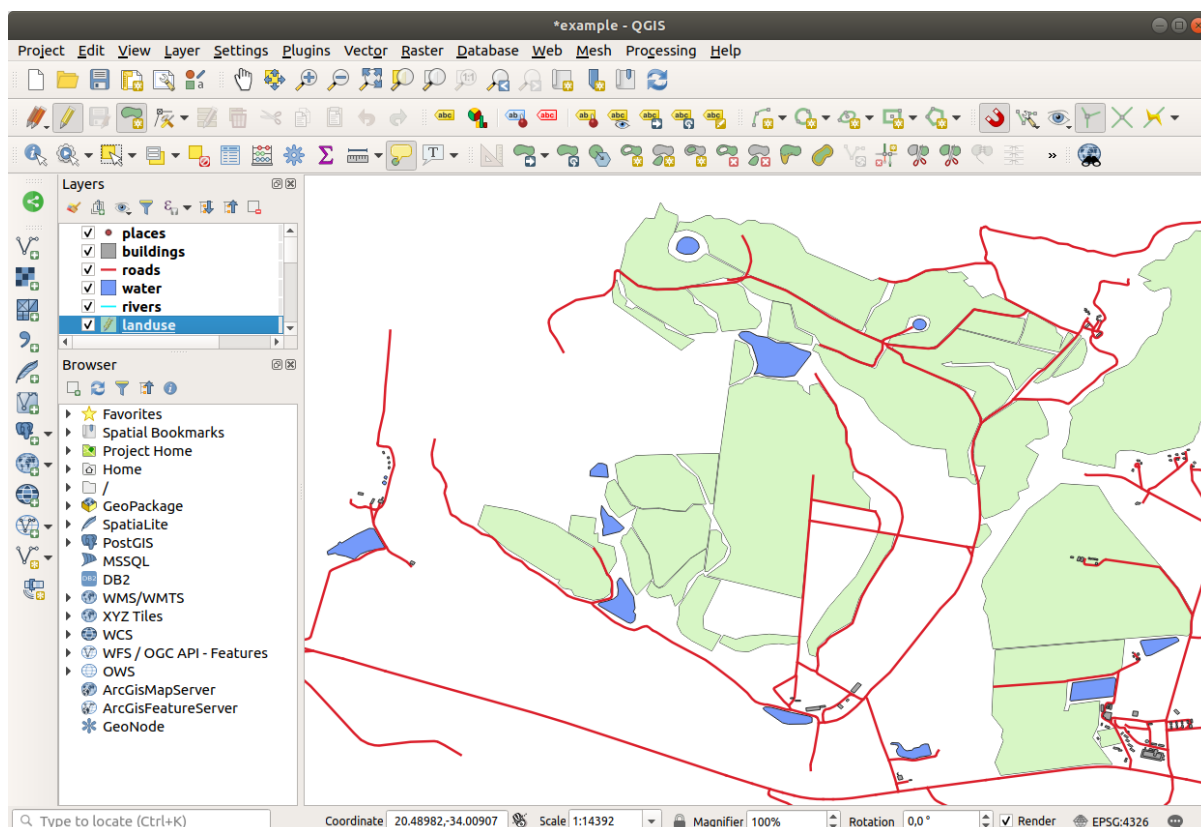
9. Quando ti verrà chiesto, dai il valore of 999 a *OGC\_FID*, lascia pure come sono gli altri valori.

Se stai attento mentre digitalizzi, e lasci che il cursore si agganci ai vertici delle aree adiacenti, noterai che non ci sarà nessun spazio fra la tua nuova area e le aree adiacenti.


10. Nota gli strumenti  Annulla e  Ripristina nella barra *Digitalizzazione Avanzata*.

## 5.2.2 Follow Along: Correzione degli elementi topologici

A volte gli elementi topologici devono essere aggiornati. Nella tua area di studio, l'area è stata impostata come foresta, quindi il layer *landuse* deve essere aggiornato. Perciò vogliamo espandere e unire alcuni elementi foresta in quest'area:




Invece di creare nuovi poligoni per unire le aree foresta, utilizzeremo lo *Strumento Vertice* per modificare ed unire i poligoni esistenti.

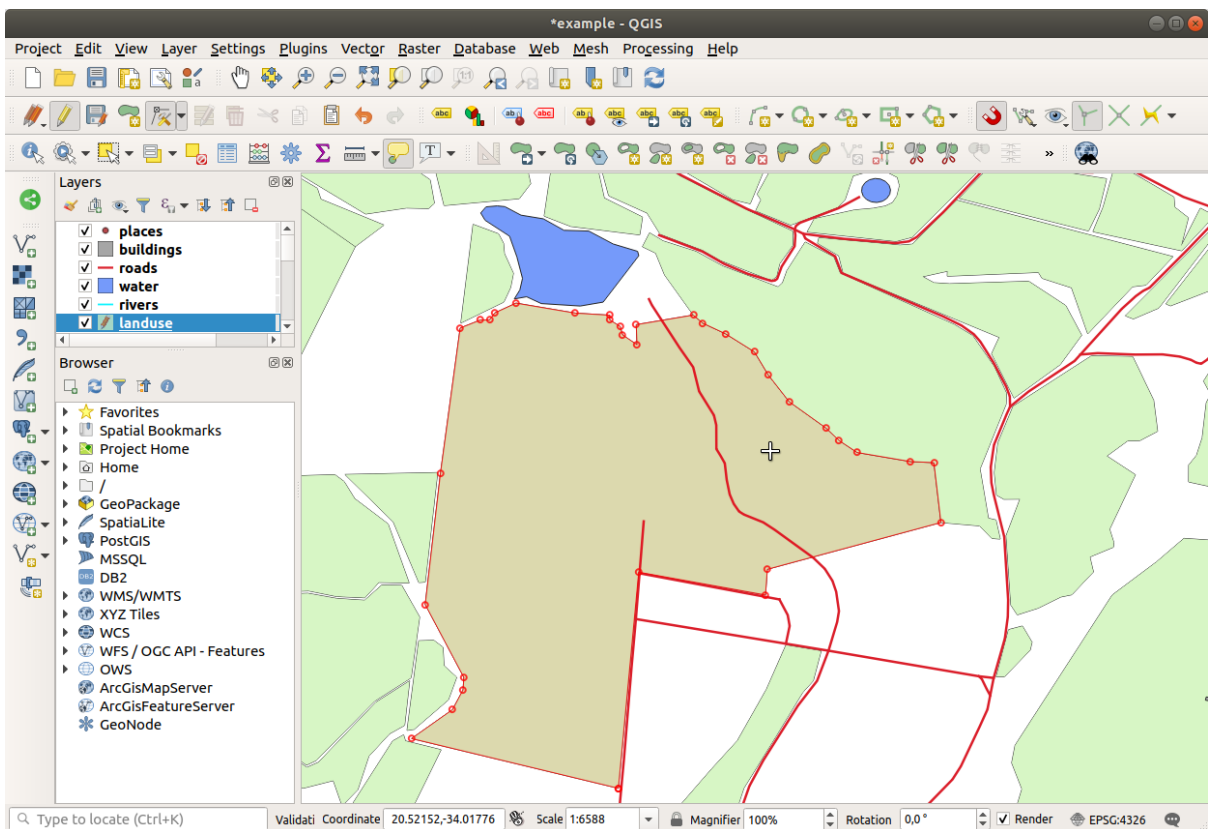
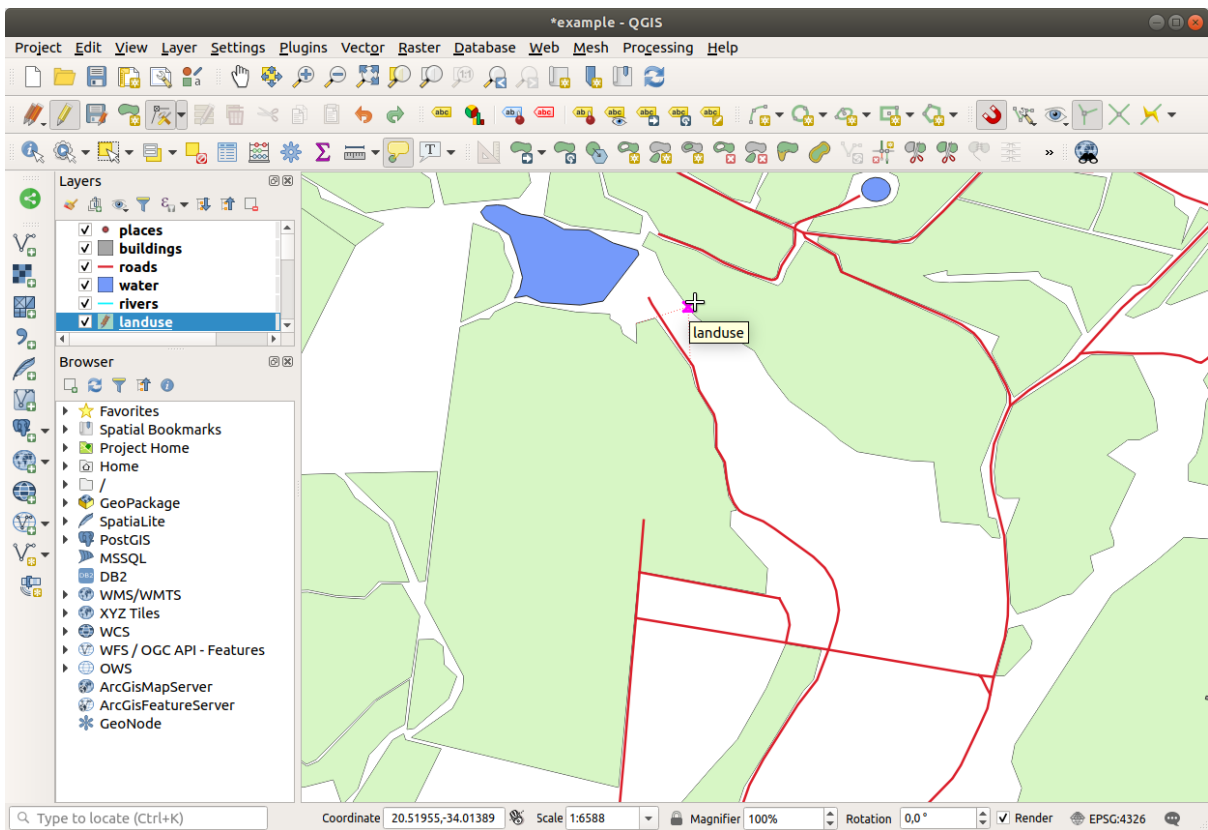
1. Entra in modalità modifica (se non è già attiva)
2. Seleziona lo strumento  Strumento Vertice.
3. Scegli un'area foresta, seleziona un vertice, e muovilo verso un vertice adiacente così che i due elementi foresta si incontrino:
4. Clicca sugli altri vertici e agganciali al loro posto.

Il bordo topologico corretto appare come questo:

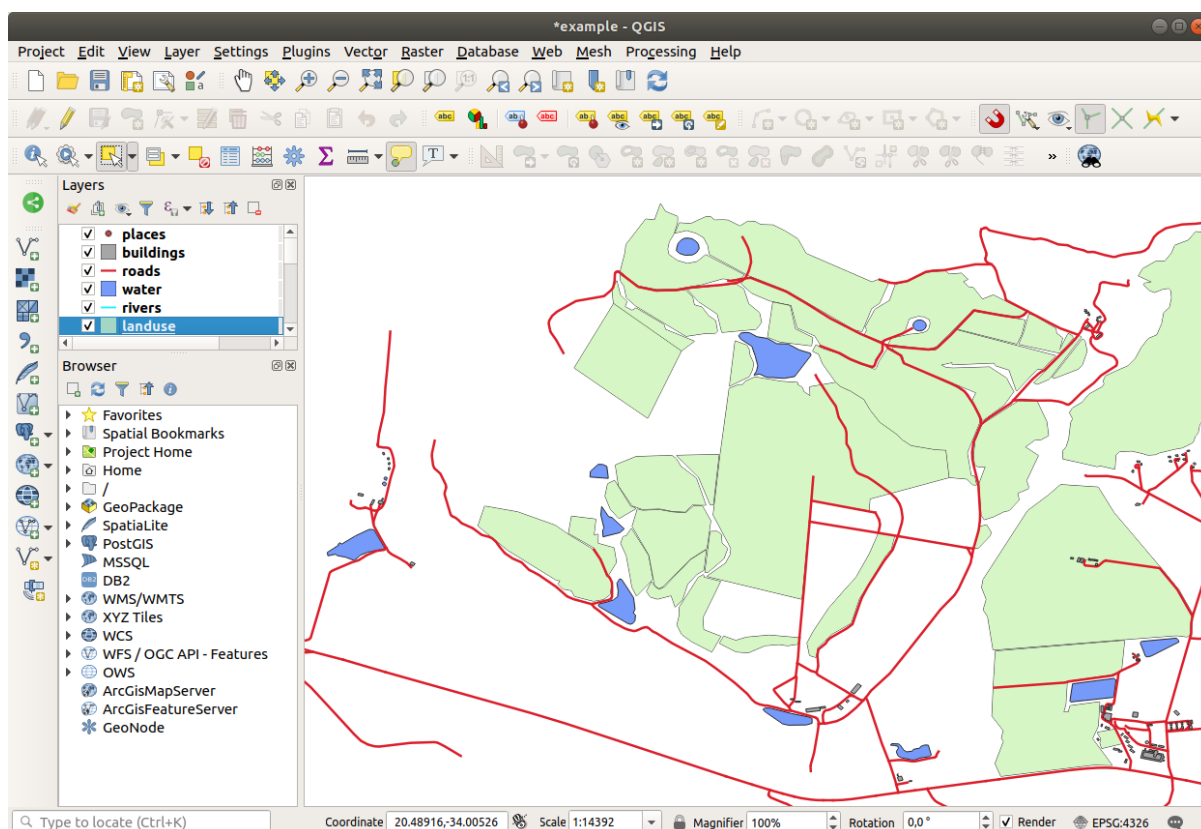
Vai avanti e unisci qualche altra area usando lo *Strumento Vertice*.

Puoi anche utilizzare lo strumento  Aggiungi Elemento Poligonale per riempire lo spazio fra due poligoni foresta. Se hai abilitato *Evita sovrapposizione*, non hai bisogno di aggiungere ogni singolo vertice - saranno aggiunti automaticamente se il nuovo poligono si sovrappone a quelli esistenti.





Se stai utilizzando i nostri dati di esempio, dovresti avere un'area foresta come questa:



Non preoccuparti se ne hai unito più aree foresta, di meno o differenti.

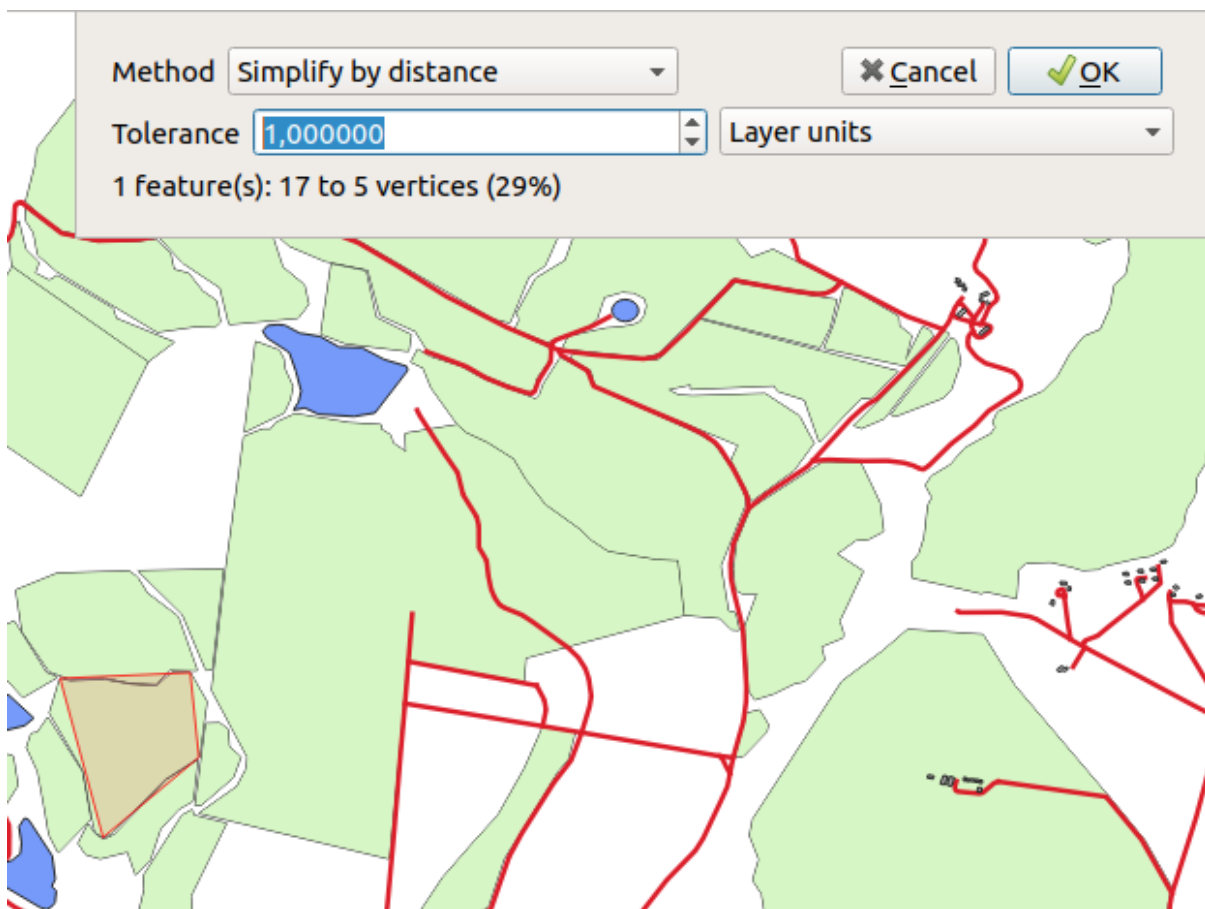
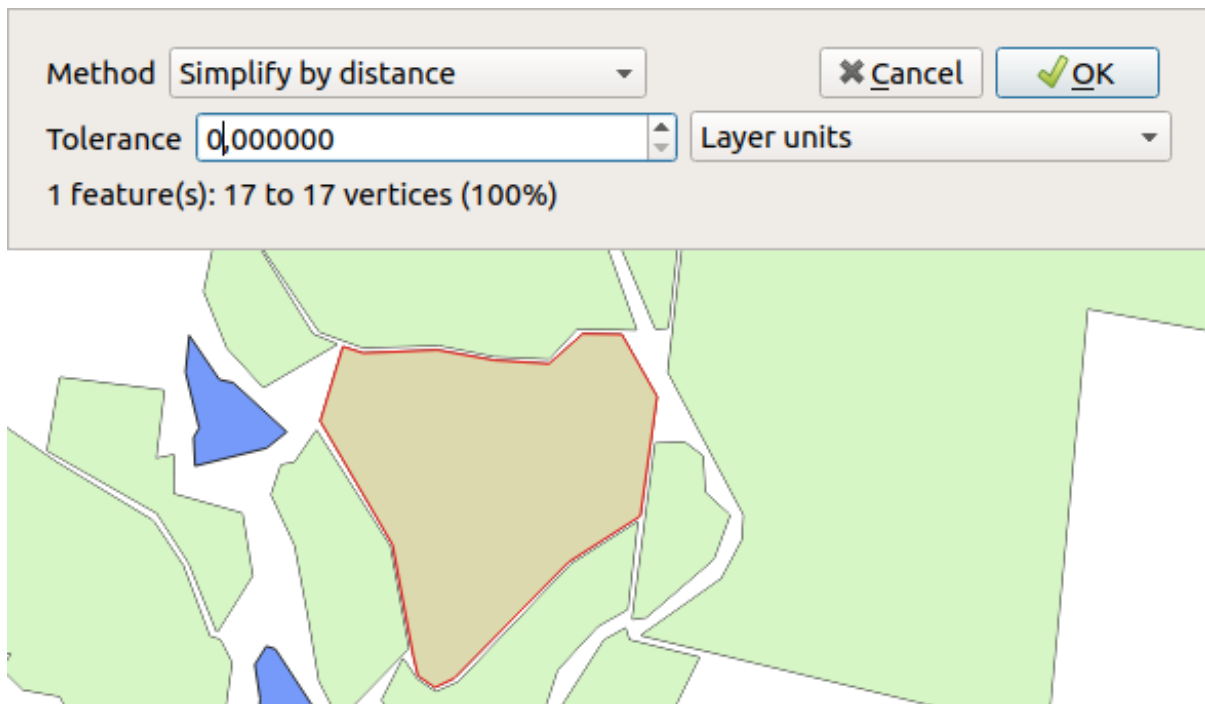
### 5.2.3 Follow Along: Strumento: Semplifica Elemento

Continuando con lo stesso layer, esamineremo lo strumento  Semplifica Elemento:


1. Clicca su di esso per attivarlo.
2. Clicca su una delle aree che hai unito utilizzando lo strumento *Strumento Vertice* o *Aggiungi Elemento*. Apparirà questo dialogo:
3. Modifica la *Tolleranza* e guarda cosa succede:  
Questo permette di ridurre il numero di vertici.
4. Fai clic su *OK*

Il vantaggio di questo strumento è che mette a disposizione un'interfaccia semplice e intuitiva per la generalizzazione. Ma nota che lo strumento rovina la topologia. Il poligono semplificato non condivide più i bordi con i poligoni adiacenti, come dovrebbe. Quindi questo strumento è più adatto per elementi isolati.





Prima di continuare, imposta il poligono al suo stato originario annullando l'ultima modifica.



## 5.2.4 Try Yourself Strumento: Aggiungi Buco

Lo strumento  **Aggiungi Buco** permette di aggiungere un buco all'interno di un elemento poligono (tagliare un buco nel poligono), purché il buco sia completamente contenuto nel poligono (può toccare il bordo). Per esempio, se hai digitalizzato i confini esterni del Sud Africa e devi aggiungere un buco per il Lesotho, potrai usare questo strumento.

Se provi questo strumento, noterai che le opzioni di aggancio ti impediscono di creare il buco all'interno del poligono. Quindi sei avvisato di togliere l'aggancio prima di tagliare un buco.

1. Disabilita l'aggancio per il layer `landuse` utilizzando il pulsante  **Enable Snapping** (oppure utilizza la scorciatoia `s`).
2. Usa lo strumento  **Aggiungi Buco** per creare un buco in mezzo ad un poligono.
3. Disegna un poligono sopra l'elemento scelto, come se stessi usando lo strumento  **Aggiungi Poligono**.
4. Quando clicchi con il tasto destro, il buco diverrà visibile.
5. Rimuovi il buco appena creato usando lo strumento  **Elimina Buco**.


---



**Nota:** Clicca dentro il buco per eliminarlo.

---

*Controllo i risultati*

## 5.2.5 Try Yourself Strumento: Aggiungi Parte

Lo strumento  **Aggiungi Parte** permette di aggiungere una nuova parte ad un elemento, che non è direttamente connesso con l'elemento principale. Per esempio, se hai digitalizzato i confini del Sud Africa continentale, ma non hai aggiunto le Prince Edward Islands, potrai usare questo strumento per crearle.

1. Seleziona il poligono a cui vuoi aggiungere la parte usando lo strumento  **Seleziona Elementi con un'area o con un singolo click**.
2. Usa lo strumento **Aggiungi Parte** per aggiungere un'area esterna.
3. Cancella la parte appena creata usando lo strumento  **Elimina Parte**.


---

**Nota:** Clicca all'interno della parte per eliminarla.


---

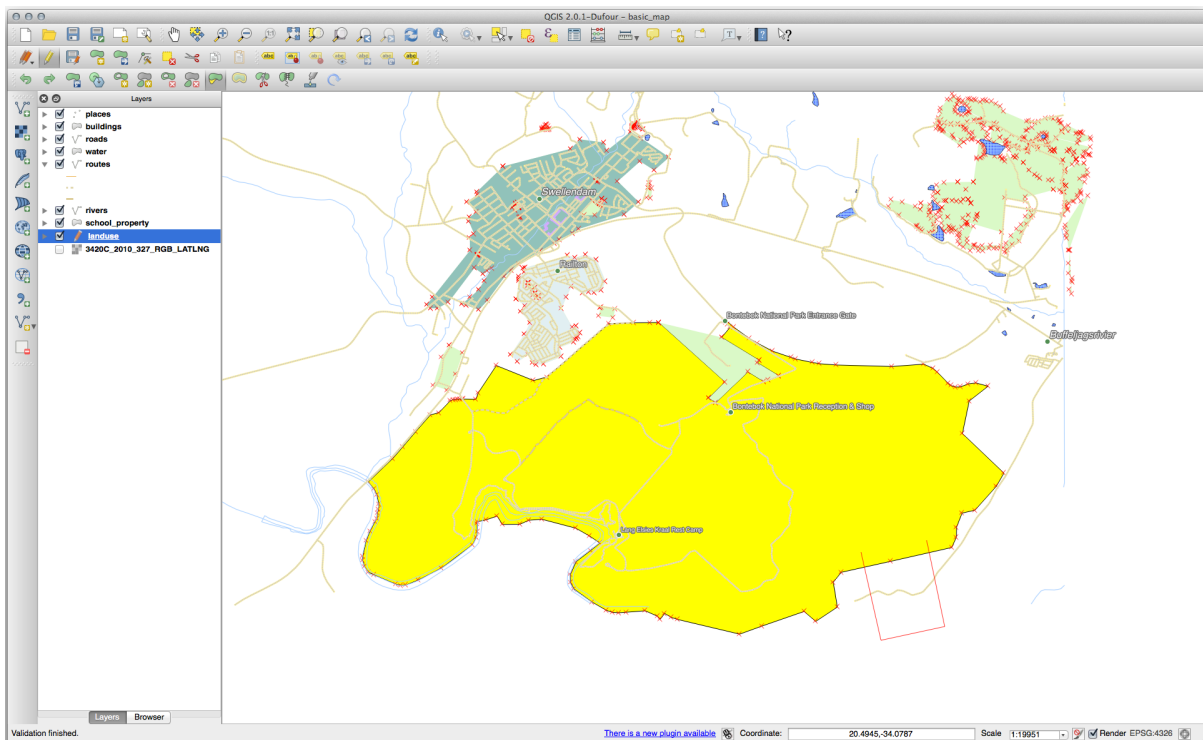
*Controlla i risultati*

## 5.2.6 Follow Along: Strumento: Modifica Forma

Lo strumento  Modifica Forma è usato per estendere un elemento poligono o tagliarne una parte (lungo il bordo).


Estensione:

1. Seleziona il poligono usando lo strumento  Seleziona Elementi con un'area o con un singolo click .
2. Clicca con il tasto sinistro all'interno del poligono per iniziare il disegno.
3. Disegna una forma fuori dal poligono. L'ultimo vertice dovrà essere di nuovo dentro il poligono.
4. Clicca col tasto destro per finire la forma:

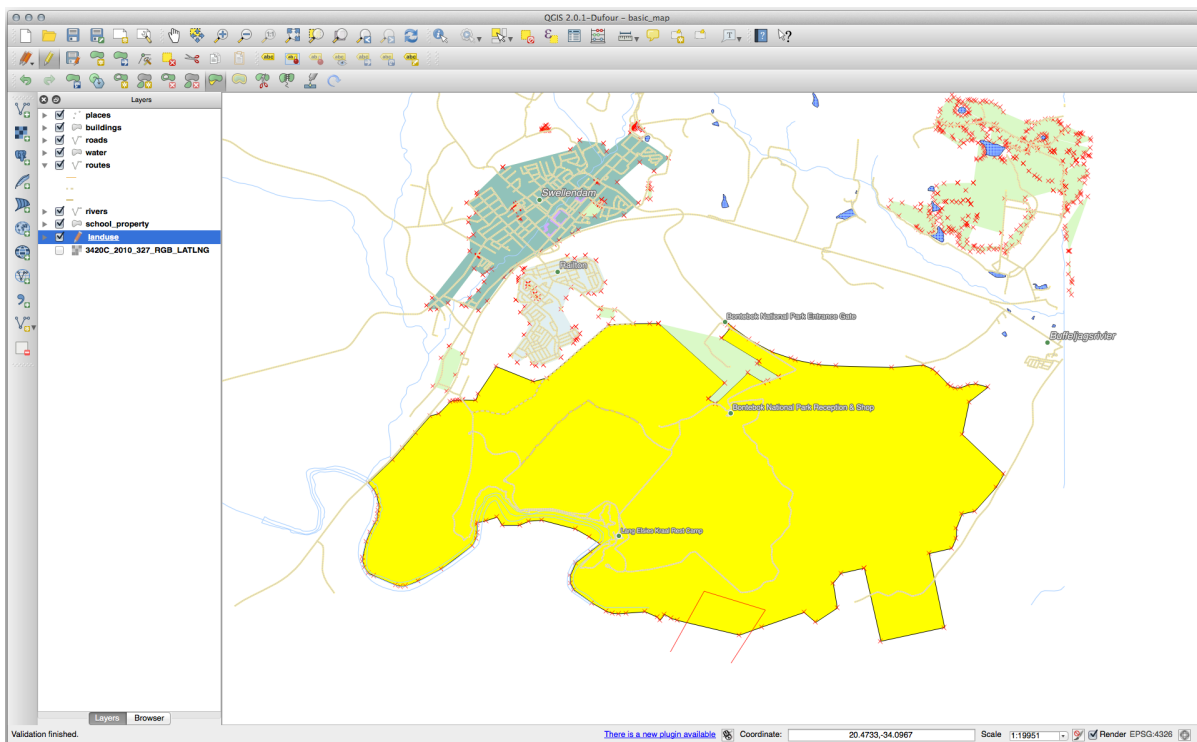
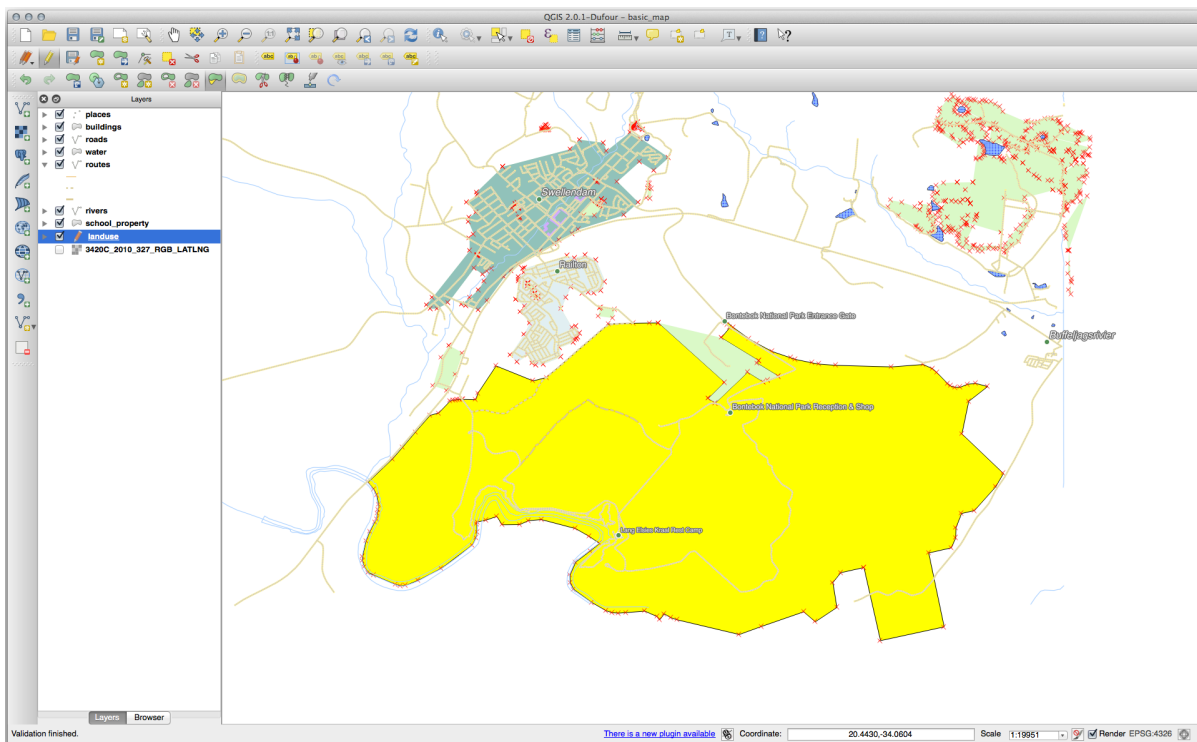


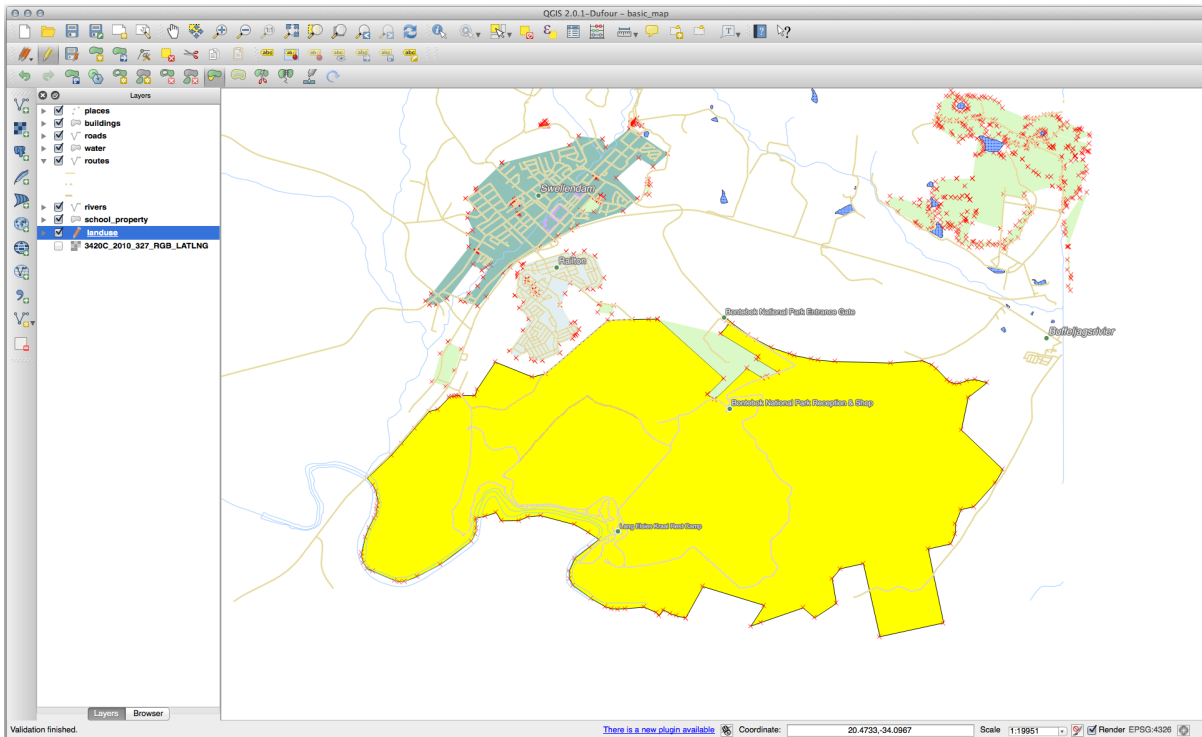
Questo di darà un risultato simile a:

Tagliare una parte:

1. Seleziona il poligono usando lo strumento  Seleziona Elementi con un'area o con un singolo click .
2. Clicca fuori dal poligono.
3. Disegna una forma dentro al poligono. L'ultimo vertice dovrà essere di nuovo fuori dal poligono.
4. Clicca col tasto destro fuori dal poligono:

Il risultato di quanto sopra:







## 5.2.7 Try Yourself Strumento: Dividi Elementi



Lo strumento  Dividi Elementi è simile allo strumento  Modifica Forma, eccetto che non cancella nessuna delle due parti. Invece, le tiene entrambe.

Useremo lo strumento per dividere un angolo da un poligono.

1. Prima, seleziona il layer `landuse` e riabilita l'aggancio.
2. Seleziona lo strumento  Dividi Elementi e clicca su un vertice per iniziare a disegnare una linea.
3. Disegna la linea di confine.
4. Clicca su un vertice della parte «opposta» del poligono che vuoi dividere e clicca col tasto destro per completare la linea:
5. A questo punto, sembra non sia successo nulla. Ma ricorda che il layer `landuse` è disegnato senza le linee di bordo, quindi la nuova linea di separazione non sarà mostrata.
6. Usa lo strumento  Seleziona Elementi con un'area o con un singolo click la parte che hai appena diviso; il nuovo elemento sarà evidenziato:

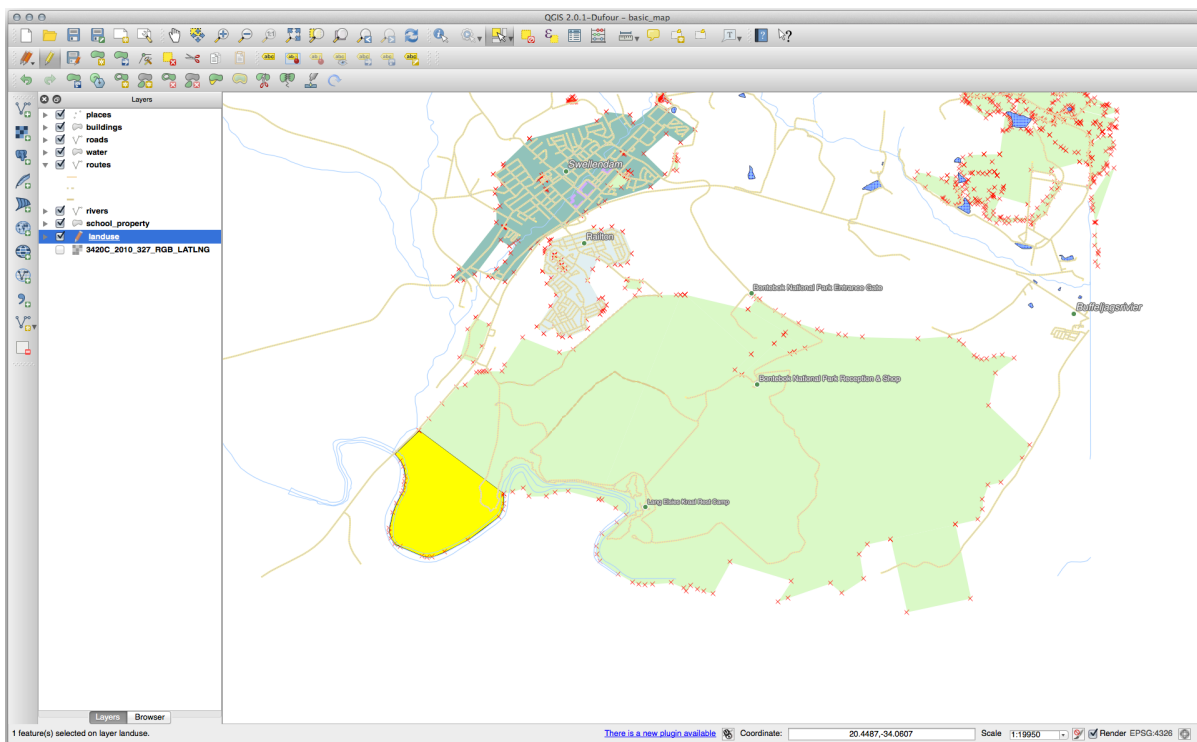
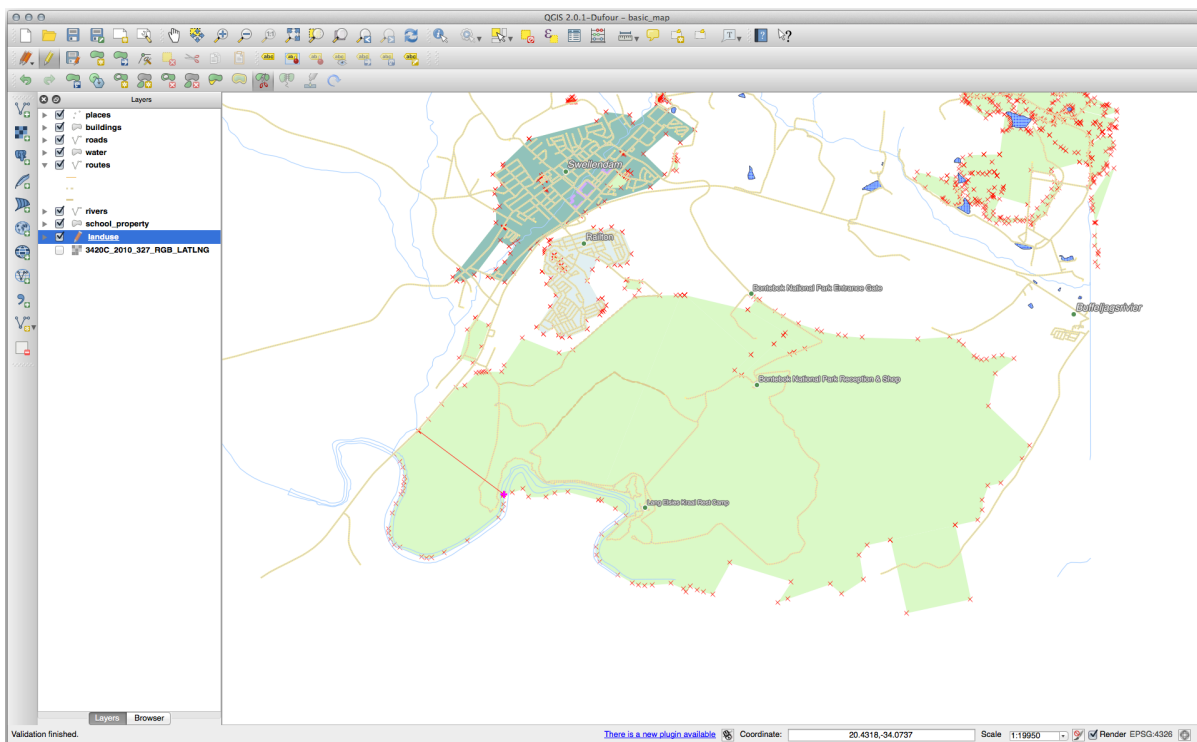
## 5.2.8 Try Yourself Strumento: Fondi Elementi Selezionati

Ora vogliamo riunificare l'elemento appena diviso alla parte rimanente del poligono:

1. Sperimento con gli strumenti  Fondi Elementi Selezionati e  Fondi gli attributi degli elementi selezionati.
2. Nota le differenze.

*Controlla i risultati*







## 5.2.9 In Conclusion

La modifica della topologia è uno strumento potente che permette di creare e modificare velocemente e facilmente degli oggetti, assicurando che rimangano topologicamente corretti.

### 5.2.10 What's Next?

Ora sai come digitalizzare facilmente la forma degli oggetti, ma l'aggiunta di attributi dà ancora del mal di testa! Prossimamente vedremo come usare le forme, facendo in modo che la modifica degli attributi sia semplice ed efficace.

## 5.3 Lesson: Moduli

Quando aggiungi nuovi dati con la digitalizzazione, ti viene presentata una finestra di dialogo che ti permette di inserire gli attributi per quegli elementi. Comunque, questo dialogo non è molto bello da vedere. Questo può causare un problema di usabilità, specialmente se devi creare degli insiemi di dati molto grandi, o se vuoi che altre persone ti aiutino nella digitalizzazione e trovano confuso il modulo predefinito.


Fortunatamente QGIS ti consente di personalizzare i tuoi moduli per un layer. Questa lezione ti mostra come.

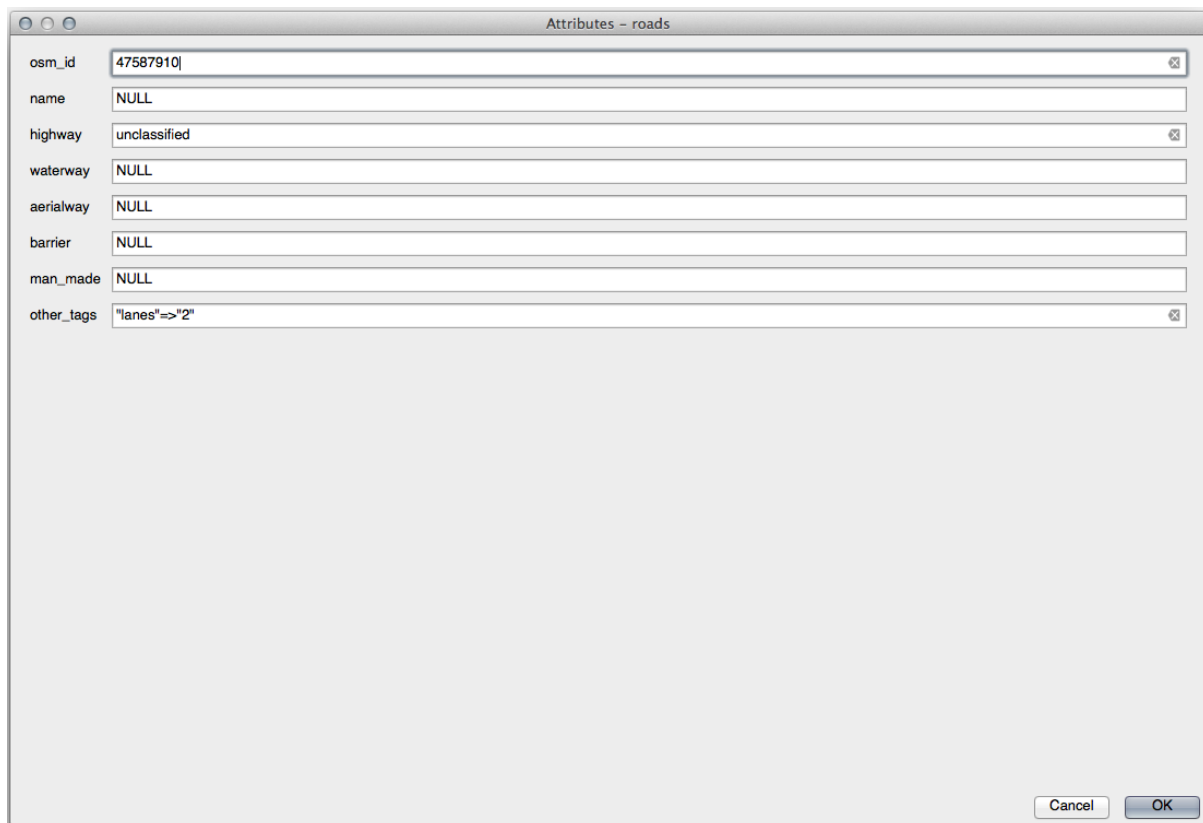
**Obiettivo di questa lezione:** Creare un modulo per un layer.

### 5.3.1 Follow Along: Usare la funzionalità di progettazione moduli di QGIS

1. Seleziona il layer *roads* nel pannello *Layers*
2. Entra in *modalità modifica* come già fatto
3. Apri la tabella attributi del layer *roads*
4. Clicca col tasto destro in una cella della tabella. Apparirà un breve menu, che include la voce *Apri modulo*.
5. Clicca su di essa per vedere il modulo che QGIS ha generato per questo layer


Ovviamente sarebbe bello poterlo fare guardando la mappa, piuttosto che dover cercare una specifica strada nella :guilabel: "Tabella attributi".

1. Seleziona il layer *roads* nel pannello *Layer*
2. Usando lo strumento *Informazioni Elementi*, clicca su una strada nella mappa.
3. Si apre il pannello *Informazioni Risultati* e mostra una vista ad albero dei valori dei campi ed altre informazioni generiche sull'elemento selezionato.
4. In cima al pannello, nel menu  *sup:Identify Settings* seleziona la casella di controllo *Auto open form for single feature results*.
5. Ora, fai di nuovo clic su una qualsiasi strada della mappa. Lungo il precedente finestra *Informazioni risultati* vedrai il modulo familiare:
6. Ogni volta che clicchi su un elemento singolo con lo strumento *Informazioni*, apparirà il suo modulo finché è selezionato *Auto open form*.




### 5.3.2 Try Yourself Usare il modulo per modificare i valori

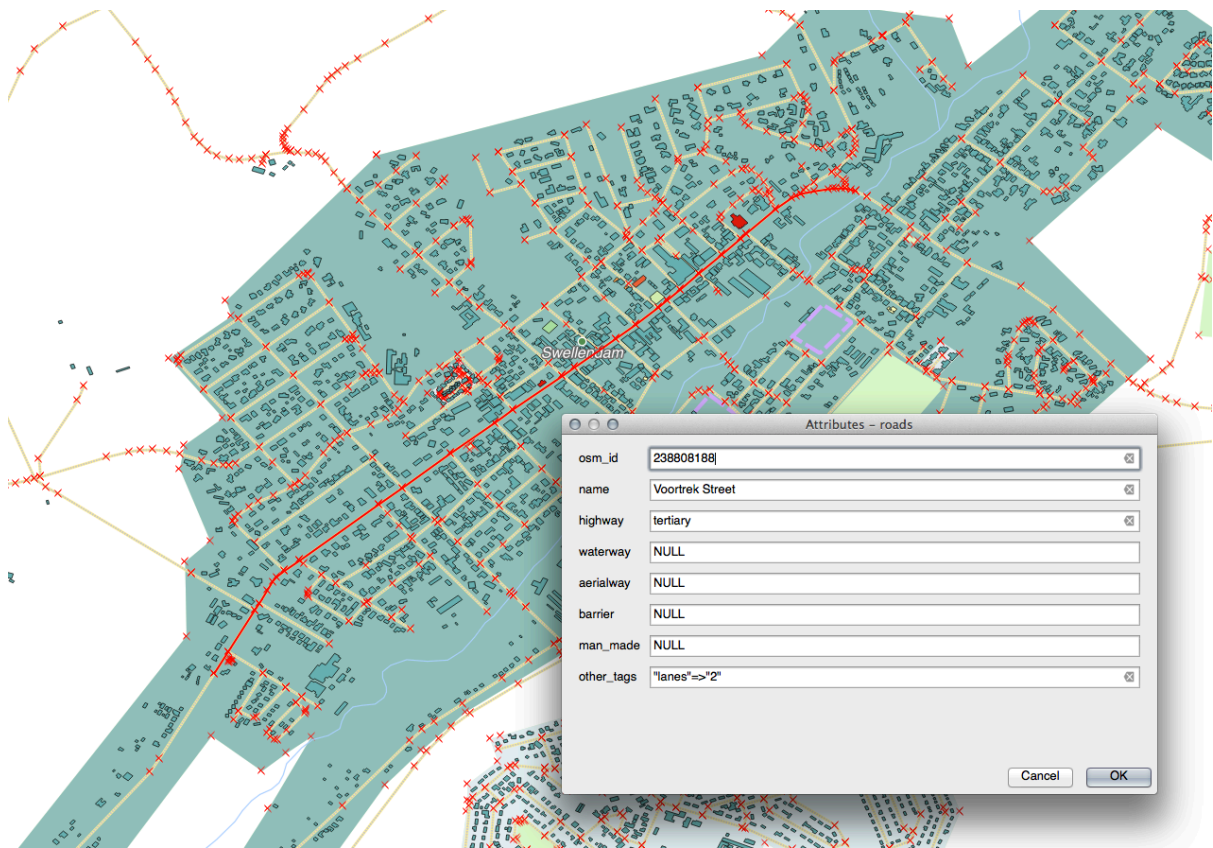
Se sei in modalità di modifica, puoi utilizzare questo modulo per modificare gli attributi di un elemento.

1. Attiva la modalità di modifica (se non è già attivata).
2. Usando lo strumento  Informazioni Elementi, clicca sulla strada principale che attraversa Swellendam:
3. Modifica il suo valore *highway* in *secondary*
4. Esci dalla modalità modifica e salve le modifiche
5. Apri la *Tabella Attributi* è nota che il valore è stato modificato nella tabella attributi e perciò nei dati originali

### 5.3.3 Follow Along: Impostazione dei tipi di campo del modulo

È più facile modificare le cose usando un modulo, ma devi comunque inserire tutto a mano. Fortunatamente, i moduli hanno diversi tipi di cosiddetti *widget* che consentono di modificare i dati in vari modi.

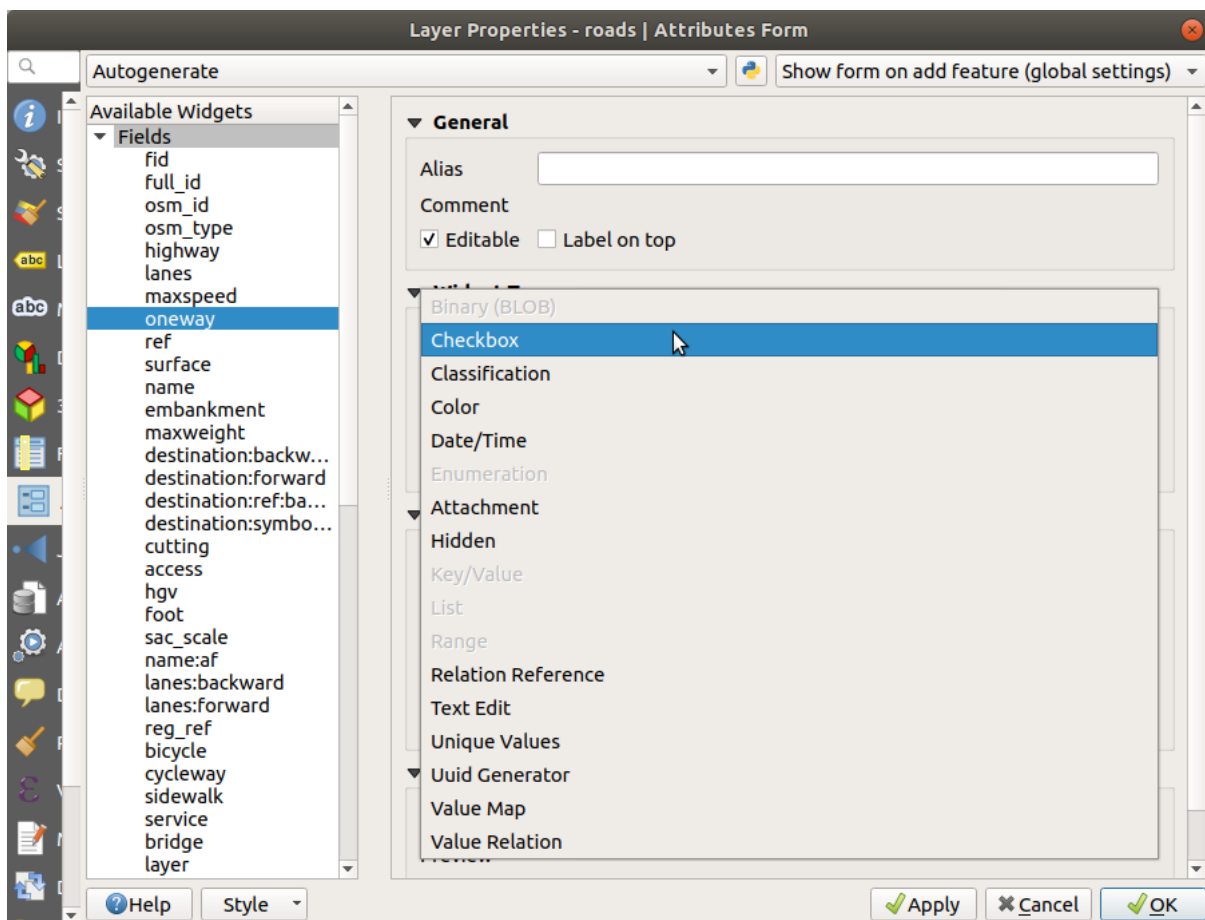
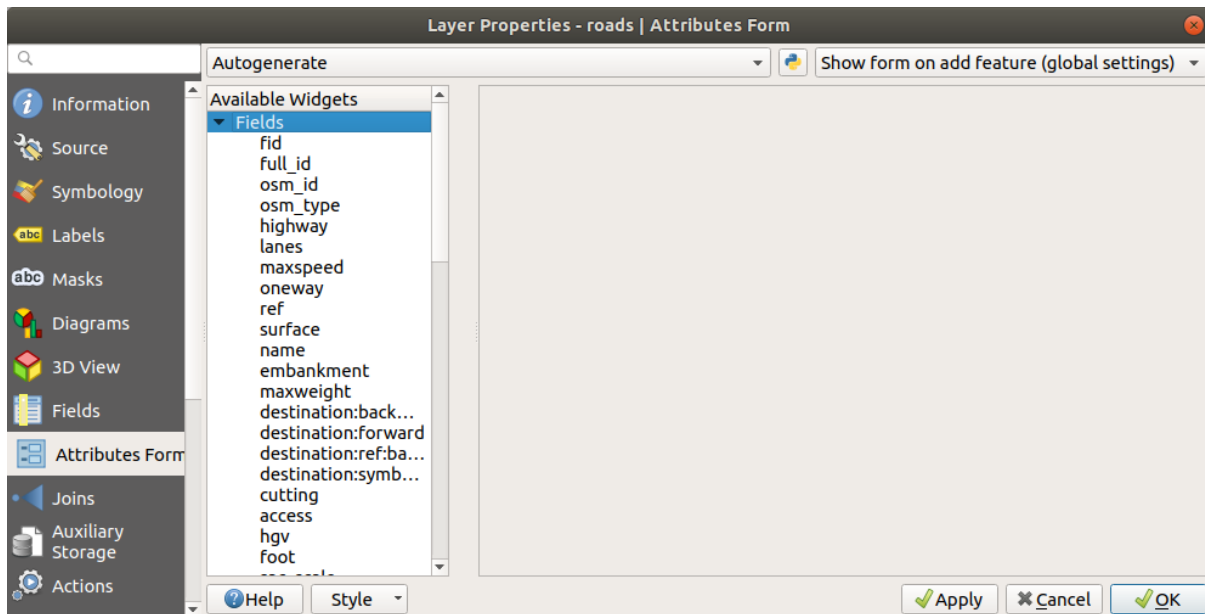
1. Apri *Proprietà...* del layer *roads*
2. Passa alla scheda *Campi*. Vedrai questo:
3. Vai alla scheda *Modulo Attributi*. Vedrai questo:
4. Clicca sulla riga *oneway* e scegli *Casella di controllo* per *Tipo Widget* nella lista delle opzioni:
5. Fai clic su *OK*
6. Entra in modalità modifica (se il layer *roads* non è già in modifica)
7. Clicca sulla strumento  Informazioni Elementi



Layer Properties - roads | Fields

| Id     | Name       | Alias | Type      | Type name | Length | Precision | Comment | WMS                                 | WFS                                 |
|--------|------------|-------|-----------|-----------|--------|-----------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 123 0  | fid        |       | qlonglong | Integer64 | 0      | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 1  | full_id    |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 2  | osm_id     |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 3  | osm_type   |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 4  | highway    |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 5  | lanes      |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 6  | maxspeed   |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 7  | oneway     |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 8  | ref        |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 9  | surface    |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 10 | name       |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 11 | embankment |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| abc 12 | maxweight  |       | QString   | String    | 255    | 0         |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Buttons: ? Help, Style, Apply, Cancel, OK



8. Clicca sulla stessa strada scelta prima

Vedrai che l'attributo *oneway* ha un casella di controllo vicino ad indicare `Vero` (spuntato) o `False` (non spuntato).

### 5.3.4 Try Yourself

Imposta nel modulo un widget più appropriato per il campo *highway*.

*Controlla i risultati*

### 5.3.5 Try Yourself Creare dati di prova

Puoi anche progettare il tuo modulo personalizzato completamente da zero.

1. Crea un semplice layer di punti chiamato `test-data` con due attributi:
  - name (testo)
  - age (testo)
2. Disegna alcuni punti sul tuo nuovo livello usando gli strumenti di digitalizzazione in modo da avere un po' di dati con cui lavorare. Dovrebbe apparire il modulo di acquisizione degli attributi predefinito generato da QGIS ogni volta che disegni un nuovo punto.

---

**Nota:** Devi disabilitare l'aggancio se ancora abilitato da attività precedenti.

---

### 5.3.6 Follow Along: Creare un nuovo modulo

Ora vogliamo creare il nostro modulo personalizzato per la fase di cattura degli attributi. Per fare questo devi avere *QT Designer* installato (necessario solo per la persona che crea i moduli).

1. Esegui *QT Designer*.
2. Nella finestra di dialogo che appare, crea una nuova finestra di dialogo:
3. Guarda *Widget Box* sulla sinistra del tuo schermo (predefinito). Contiene un oggetto *Line Edit*.
4. Clicca e trascina questo oggetto nel tuo modulo. Questo crea una nuova *Line Edit* nel modulo.
5. Con il nuovo elemento *line edit* selezionato, vedrai le sue *proprietà* lungo il lato dello schermo (sulla destra per impostazione predefinita):
6. Imposta il suo nome in *Name*.
7. Allo stesso modo, crea un nuovo *spinbox* e dagli nome *Age*.
8. Aggiungi una *Label* con testo *Aggiungi una nuova persona* in grassetto (guarda nelle *proprietà* dell'oggetto per trovare come impostarlo). Oppure potresti voler impostare il titolo del dialogo (invece di aggiungere un'etichetta).
9. Fai clic in qualsiasi punto della finestra di dialogo.
10. Cerca il pulsante *Lay Out Vertically* (in una barra strumenti sul bordo superiore dello schermo). Questo ridispone automaticamente il dialogo.
11. Imposta la dimensione massima del dialogo (nelle sue *proprietà*) in 200 (width) per 100 (height).
12. Salva il tuo nuovo modulo in `exercise_data/forms/add_people.ui`
13. Quando hai salvato, puoi chiudere *Qt Designer*

### New GeoPackage Layer

Database:  ✕ ...

Table name:

Geometry type:  ▾

Include Z dimension     Include M values

▾

#### New Field

Name:

Type:  ▾

Maximum length:

Add to Fields List

#### Fields List

| Name | Type | Length |
|------|------|--------|
| name | text | 80     |
| age  | text | 80     |

Remove Field

#### ▼ Advanced Options

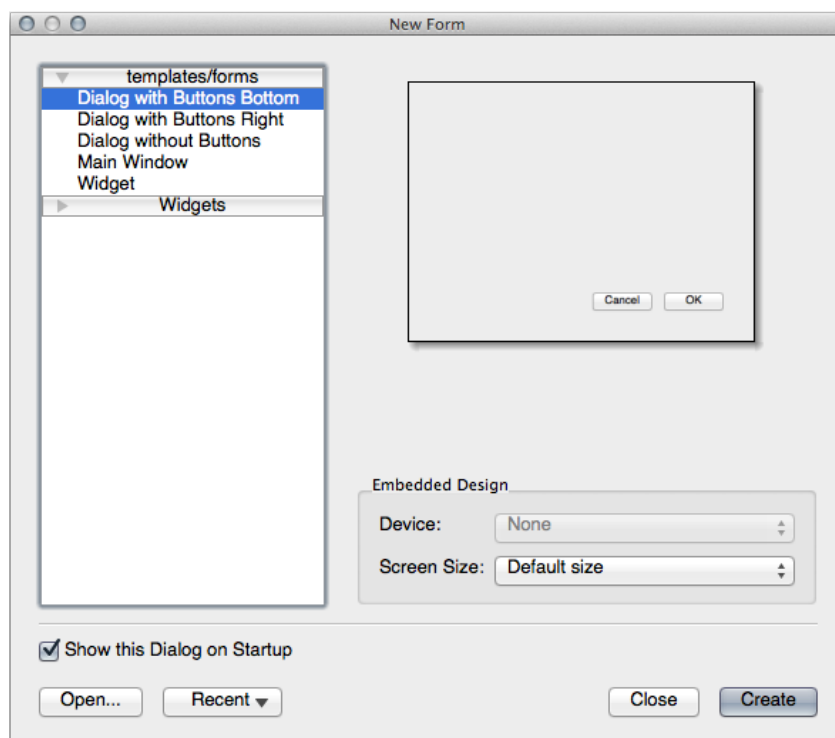
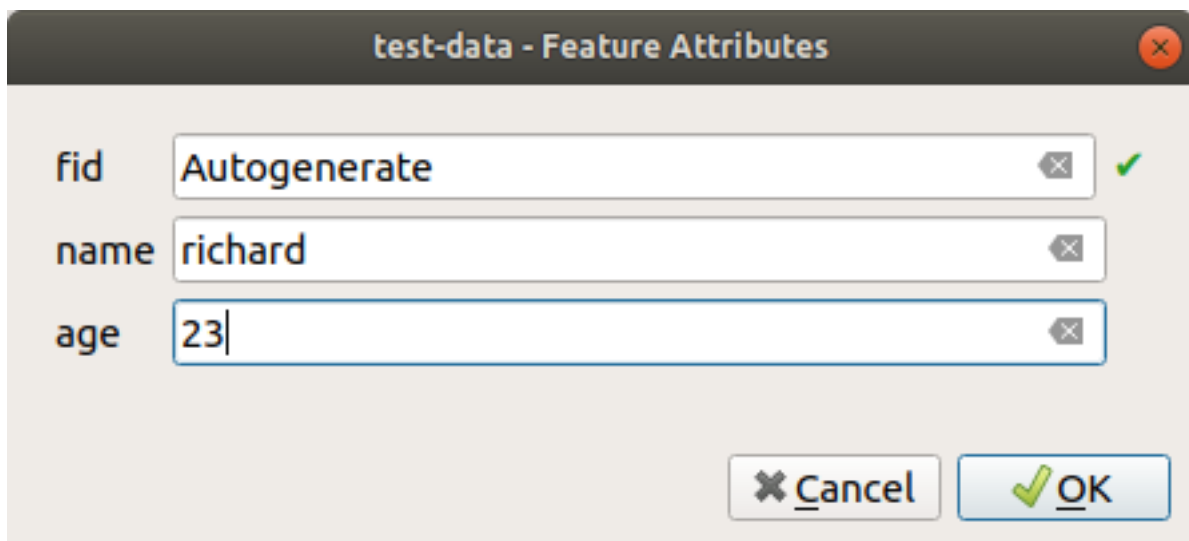
Layer identifier:

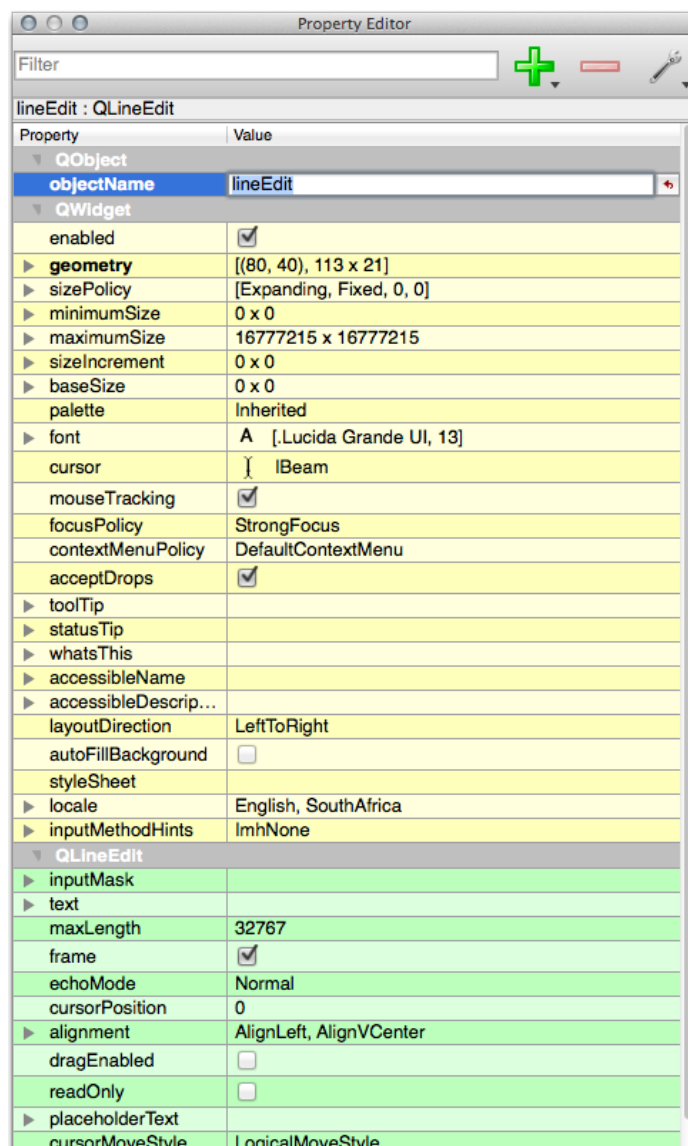
Layer description:

Feature id column:

Geometry column:

Create a spatial index

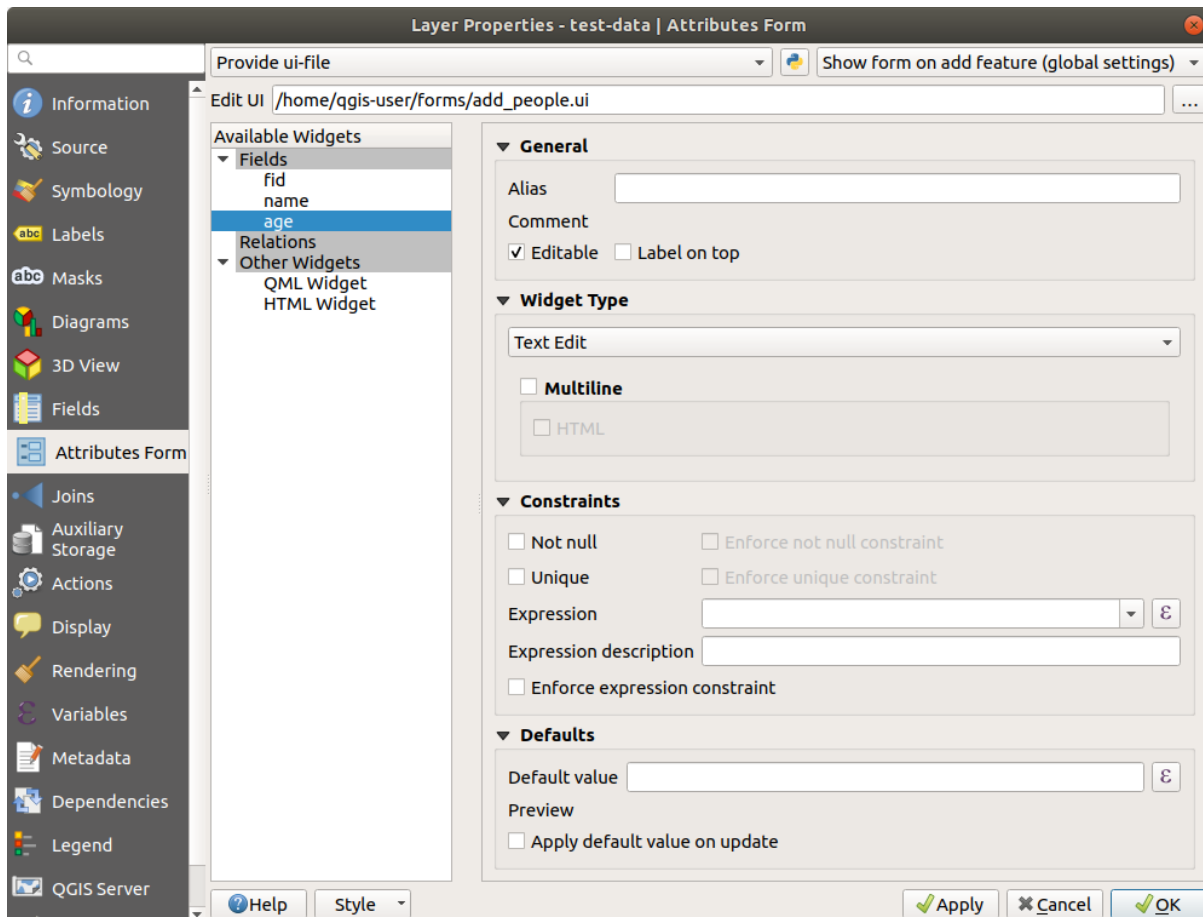







### 5.3.7 Follow Along: Associare il modulo con il tuo Layer

1. Torna a QGIS
2. Fai doppio clic sul layer *test-data* nella legenda per accedere alle sue proprietà.
3. Clicca sulla scheda *Modulo Attributi* nel dialogo *Proprietà vettore*
4. Nel menu a tendina *Attribute editor layout*, seleziona *Fornisci file UI*.
5. Clicca sul pulsante con i tre punti e scegli il file `add_people.ui` appena creato:



6. Clicca *OK* nel dialogo *Proprietà vettore*
7. Entra in modalità modifica e cattura un nuovo punto
8. Quando lo fai, ti verrà presentata la finestra di dialogo personalizzata (invece di quella generica che QGIS crea abitualmente).
9. Se clicchi su uno dei tuoi punti usando lo strumento  *Informazioni Elementi*, puoi prendere il modulo clicca col tasto destro nella finestra informazioni risultati e scegliendo *Vedi Modulo Elementi* dal menu contestuale.
10. Se sei in modalità modifica su questo layer, il menu contestuale mostrerà invece *Modulo modifica attributo*, e puoi modificare gli attributi nel nuovo modulo anche dopo la cattura iniziale.

### 5.3.8 In Conclusion

Usando i moduli, puoi semplificarti la vita durante la modifica o la creazione di dati. Modificando i tipi di widget o creando un modulo completamente nuovo da zero, puoi facilitare chi digitalizza nuovi dati per quel layer, riducendo al minimo incomprensioni ed errori non necessari.

### 5.3.9 Further Reading

Se hai completato la sezione avanzata precedente e conosci Python, potresti voler controllare [questa voce del blog](#) sulla creazione di attributi personalizzati per i moduli con la logica di Python, che permette funzionalità avanzate come la verifica dei dati, l'auto completamento, ecc.

### 5.3.10 What's Next?

Aprire un modulo con l'identificazione di un elemento è una delle azioni che QGIS può eseguire. Tuttavia, puoi anche indirizzarlo per eseguire azioni personalizzate definite dall'utente. Questo è l'argomento della prossima lezione.

## 5.4 Lesson: Azioni

Ora che hai visto un'azione predefinita nella lezione precedente, è il momento di definire le tue azioni.

Un'azione è qualcosa che accade quando clicchi su un elemento. Può aggiungere alla tua mappa molte funzionalità, per esempio, permettendoti di recuperare informazioni aggiuntive su un oggetto. L'assegnazione di azioni può aggiungere alla tua mappa un'intera nuova dimensione.

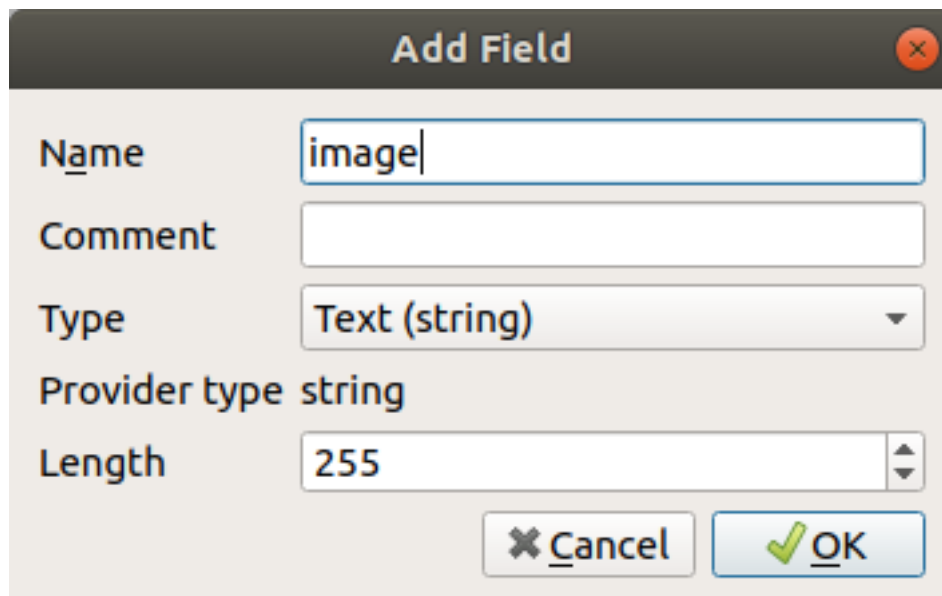
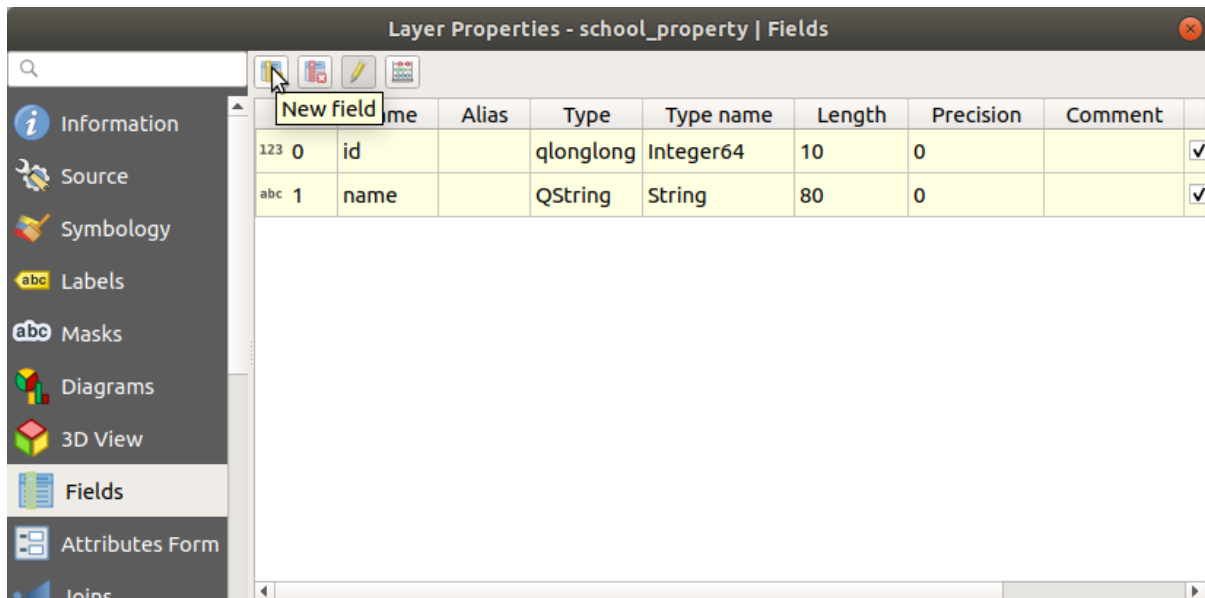
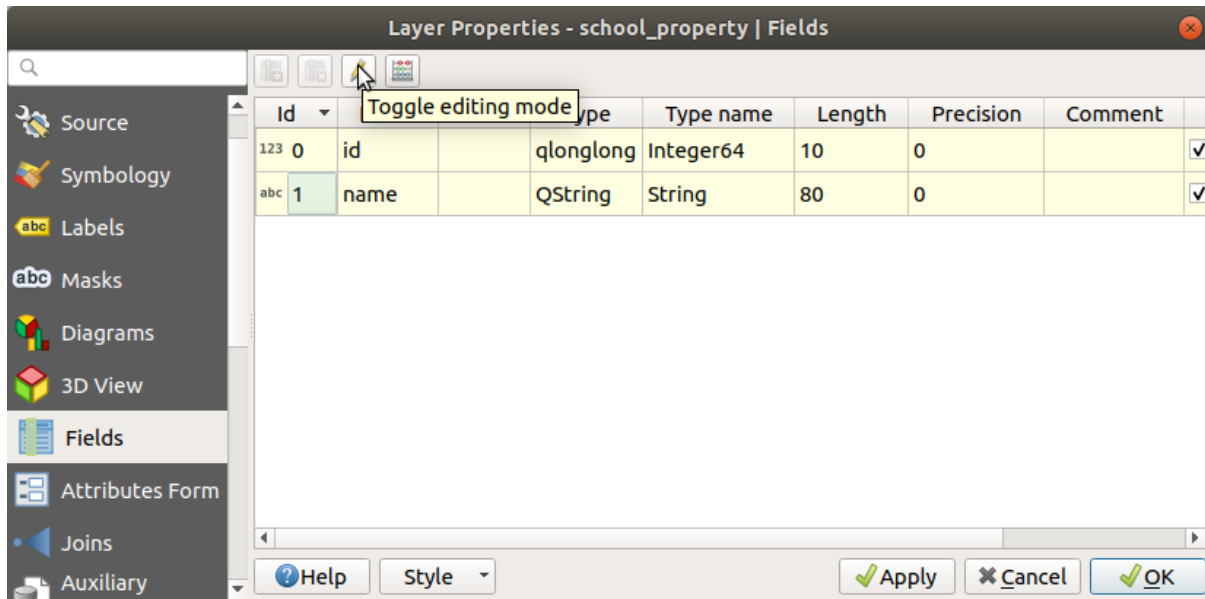
**Obiettivo di questa lezione:** Imparare come aggiungere azioni personalizzate.

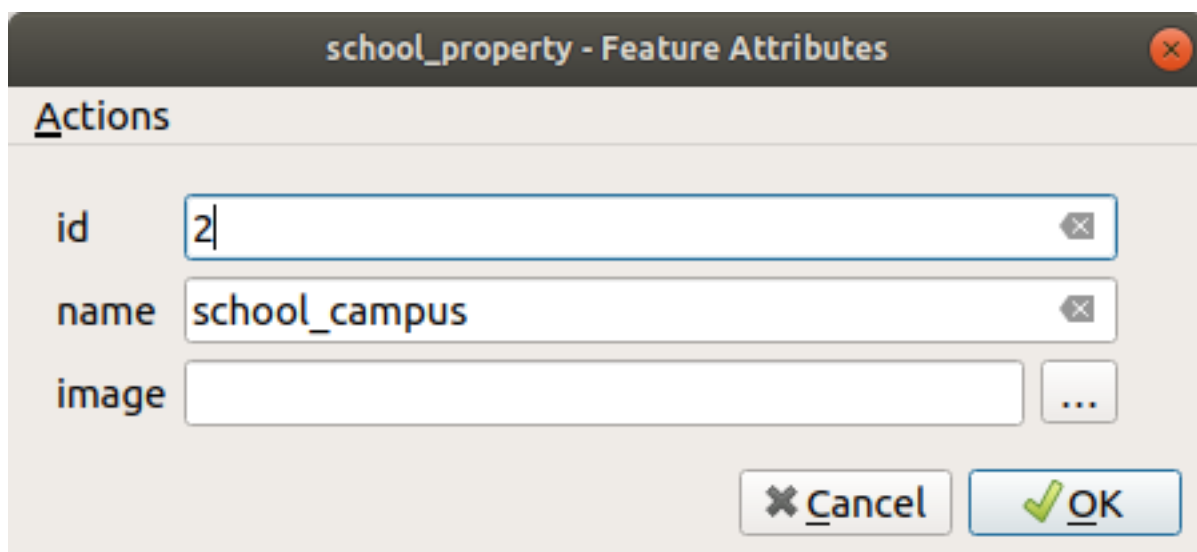
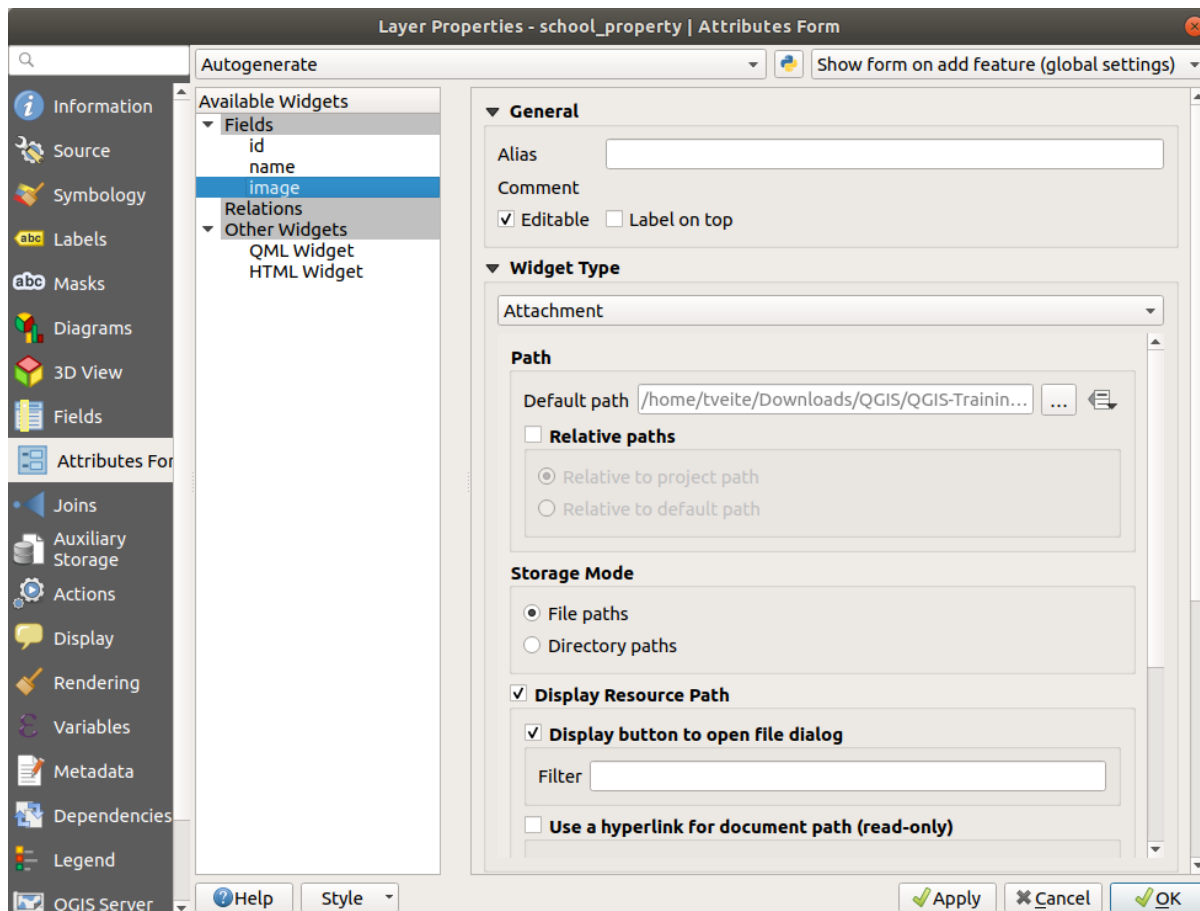
In questa lezione useremo il layer *school\_property* creato precedentemente. I dati di esempio comprendono foto di ognuna delle tre proprietà che hai digitalizzato. Quello che faremo è associare ogni proprietà con la sua immagine. Poi creeremo un'azione che aprirà l'immagine della proprietà quando si clicca sulla proprietà.

### 5.4.1 Follow Along: Aggiungi un campo per le immagini

Al momento il layer *school\_property* non ha modo di associare una proprietà con un'immagine. Prima creeremo un campo a questo scopo.

1. Apri la finestra *Proprietà vettore*.
2. Spostati sulla scheda *Campi*.
3. Attiva modifica:
4. Aggiungi una nuova colonna
5. Inserisci i seguenti valori:
6. Dopo aver creato il campo, vai alla scheda *Modulo Attributi* e seleziona il campo *image*.
7. Imposta il *Tipo widget* in *Allegato*:
8. Clicca su *OK* nel dialogo *Proprietà vettore*.
9. Usa lo strumento *Informazioni elementi* cliccando su una delle tre geometrie del layer *school\_property*.  
Dato che sei ancora in modalità modifica, il dovrebbe essere attivo e apparire come questo:
10. Clicca il pulsante di selezione ( il ... vicino al campo *image*).

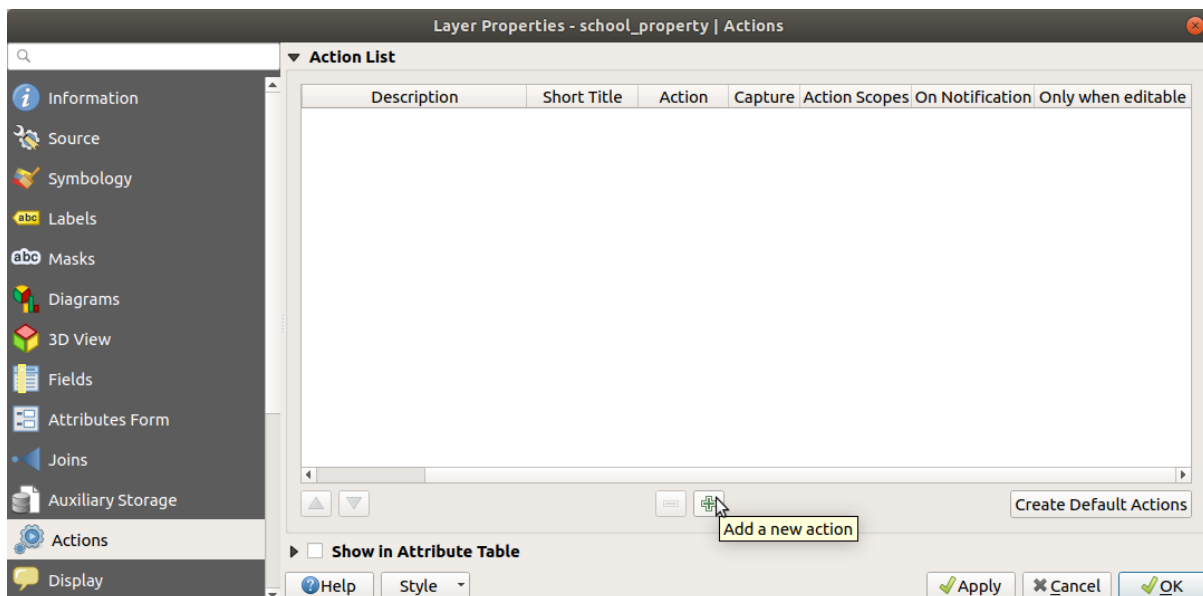




11. Seleziona il percorso per la tua immagine. Le immagini sono in `exercise_data/school_property_photos/` e sono nominate allo stesso modo degli elementi a cui dovrebbero essere associate.
12. Clicca *OK*.
13. Usando questo metodo associa tutte le immagine con gli elementi corretti.
14. Salva le modifiche ed esci da modalità modifica.

## 5.4.2 Follow Along: Creare un'azione

1. Apri la scheda *Actions* per il layer *school\_property*, e clicca sul pulsante  Aggiunge una nuova azione.



2. Nel dialogo *Aggiungi nuova azione*, inserisci nel campo *Descrizione* le parole "Show Image":  
Cosa fare dopo varia a seconda del sistema operativo, quindi scegli il percorso appropriato:
  - Windows  
Clicca *Type* sulla tendina e scegli *Apri*.
  - Ubuntu Linux  
Sotto *Testo Azione*, scrivi `eog` per *Gnome Image Viewer*, oppure scrivi `display` per usare *ImageMagick*. Ricorda di inserire uno spazio dopo il comando!
  - MacOS
    1. Clicca *Type* sulla tendina e scegli *Mac*.
    2. Sotto *Testo Azione*, scrivi `open`. Ricorda di inserire uno spazio dopo il comando!
 Ora puoi continuare scrivendo il comando.  
Vogliamo aprire l'immagine, e QGIS sa dove è. Tutto ciò che devi fare è dire a *Azioni* dove è l'immagine.
3. Seleziona dalla lista *image*:
4. Clicca il pulsante *Inserisci campo*. QGIS aggiungerà la frase [% "image" %] nel campo *Testo Azione*.
5. Clicca sul pulsante *OK* per chiudere il dialogo *Aggiungi nuova azione*
6. Clicca su *OK* per chiudere il dialogo *Proprietà vettore*

**Add New Action** ✕

Type Generic  Capture output

Description Mandatory description

Short Name Leave empty to use only icon

Icon  📁

**Action Scopes**

Field Scope

Layer Scope

Canvas

Feature Scope

**Action Text**

The action text defines what happens if the action is triggered.  
 The content depends on the type.  
 For the type *Python* the content should be python code  
 For other types it should be a file or application with optional parameters

1

📁

⌨
Insert

Execute if notification matches

Enable only when editable

? Help

✕ Cancel

✓ OK

**Add New Action** ✖

Type: Generic  Capture output

Description: Mandatory description

Short Name: Leave empty to use only icon

Icon:  📁

**Action Scopes**

Field Scope

Layer Scope

Canvas

Feature Scope

**Action Text**

The action text defines what happens if the action is triggered.  
 The content depends on the type.  
 For the type *Python* the content should be python code  
 For other types it should be a file or application with optional parameters


```
1 eog [%image%]
```

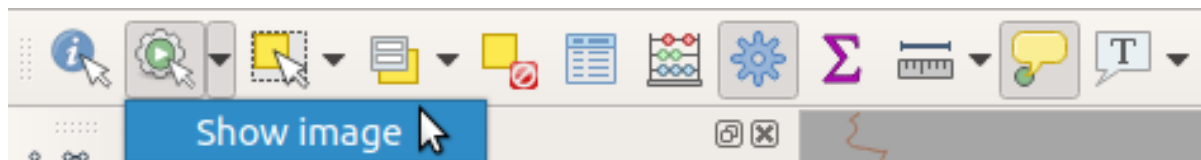
📁

⌘ Insert

? Help
✖ Cancel
✔ OK

Ora è il momento di provare la nuova azione:


1. Clicca sul layer *school\_property* nel pannello *Layer* in modo che sia evidenziato.
2. Trova il pulsante  Esegui azione elemento (nella *Barra strumenti attributi*).
3. Clicca sulla freccia verso il basso a destra del pulsante. C'è solo un'azione definita per questo layer, che è quella appena creata.



4. Clicca il pulsante per attivare lo strumento.
5. Utilizzando questo strumento, clicca su uno dei tre oggetti della scuola.  
L'immagine per quella proprietà dovrebbe aprirsi.

### 5.4.3 Follow Along: Cercare in internet

Mettiamo che stiamo guardando la mappa e vogliamo sapere di più riguardo l'area dove c'è una fattoria. Supponi di non sapere nulla dell'area in questione e vuoi trovare delle informazioni generiche al riguardo. Il primo impulso, considerando che stai usando un computer, probabilmente sarà di cercare in Google il nome dell'area. Diciamo a QGIS di farlo automaticamente per noi!

1. Aprire la tabella attributi per il layer *landuse*.  
Useremo il campo *name* per ognuna delle nostre landuse per la ricerca in Google.
2. Chiudi la tabella attributi
3. Torna a *Azioni* nella finestra *Proprietà vettore*.
4. Clicca sul pulsante *Crea Azioni Predefinite* per aggiungere delle azioni predefinite.
5. Rimuovi tutte le azioni tranne *Apri URL* con titolo breve *Cerca nel Web* usando il pulsante   
Rimuovi l'azione selezionata in basso.
6. Fai doppio click sull'azione rimasta per modificarla
7. Cambia la *Descrizione* in *Google Search*, e rimuovi il contenuto del campo *Breve descrizione*.
8. Assicurati che *Mappa* sia fra gli *Ambiti Azione* selezionati.

Cosa fare dopo varia a seconda del sistema operativo, quindi scegli il percorso appropriato:

- Windows  
Sotto: *guilabel:Tipo*, scegli *Apri*. Questo dirà a Windows di aprire un indirizzo Internet nel browser predefinito, ad esempio Internet Explorer.
- Ubuntu Linux  
Sotto *Testo Azione*, scrivi `xdg-open`. Questo dirà ad Ubuntu di aprire un indirizzo Internet nel tuo browser predefinito, come Chrome o Firefox.
- MacOS  
Sotto *Testo Azione*, scrivi `open`. Questo dirà a MacOS di aprire un indirizzo Internet nel tuo browser predefinito, come Safari.



Ora puoi continuare scrivendo il comando

Qualunque sia il comando usato in precedenza, è necessario dare l'indirizzo Internet. Vuoi usare Google, cercare una frase automaticamente.

Normalmente quando usi Google, inserisci la frase di ricerca nella barra di ricerca Google. Ma in questo caso, vuoi che sia il computer a fare questo per te. Il modo in cui dici a Google di cercare qualcosa (se non vuoi usare direttamente la barra di ricerca) è dando al tuo browser l'indirizzo `https://www.google.com/search?q=SEARCH_PHRASE`, dove `SEARCH_PHRASE` è quello che vuoi cercare. Dato che ancora non conosciamo cosa cercare, inseriremo la prima parte (senza la frase di ricerca).

9. Nel campo *Testo Azioni*, scrivere `https://www.google.com/search?q=`. Ricorda di aggiungere uno spazio dopo il comando iniziale e prima di aggiungere questo!

Ora vuoi che QGIS dica al browser di dire a Google di cercare il valore di `name` per ogni elemento su cui potresti cliccare.

10. Seleziona il campo *name*.


11. Clicca il pulsante *Inserisci*:

Questo significa che QGIS aprirà il browser e lo invierà all'indirizzo `https://www.google.com/search?q=[% "name" %]. [% "name" %]`. `[% "name" %]` dice a QGIS di usare il contenuto del campo `name` come frase di ricerca.

Se, per esempio, l'area `landuse` su cui clicchi ha nome `Marloth Nature Reserve`, QGIS invierà il browser a `https://www.google.com/search?q=Marloth%20Nature%20Reserve`, che visiterà Google, che cercherà «Marloth Nature Reserve».

12. Se non lo hai già fatto, imposta tutto come sopra indicato.
13. Clicca sul pulsante *OK* per chiudere il dialogo *Aggiungi nuova azione*
14. Clicca su *OK* per chiudere il dialogo *Proprietà vettore*

Ora prova la nuova azione.

1. Con il layer *landuse* attivo nel pannello *Layer*, clicca sulla freccia verso il basso a destro del pulsante  *Esegui azione elemento*, e seleziona l'unica azione (`Google Search`) definita per questo layer.
2. Clicca su qualche area `landuse` che vedi sulla mappa. Il tuo browser si aprirà, ed inizierà una ricerca Google per il luogo che è registrato come valore `name` dell'area.

---

**Nota:** Se l'azione non funziona, controlla che tutto sia stato inserito correttamente; errori di battitura sono comuni con questo tipo di lavoro!

---

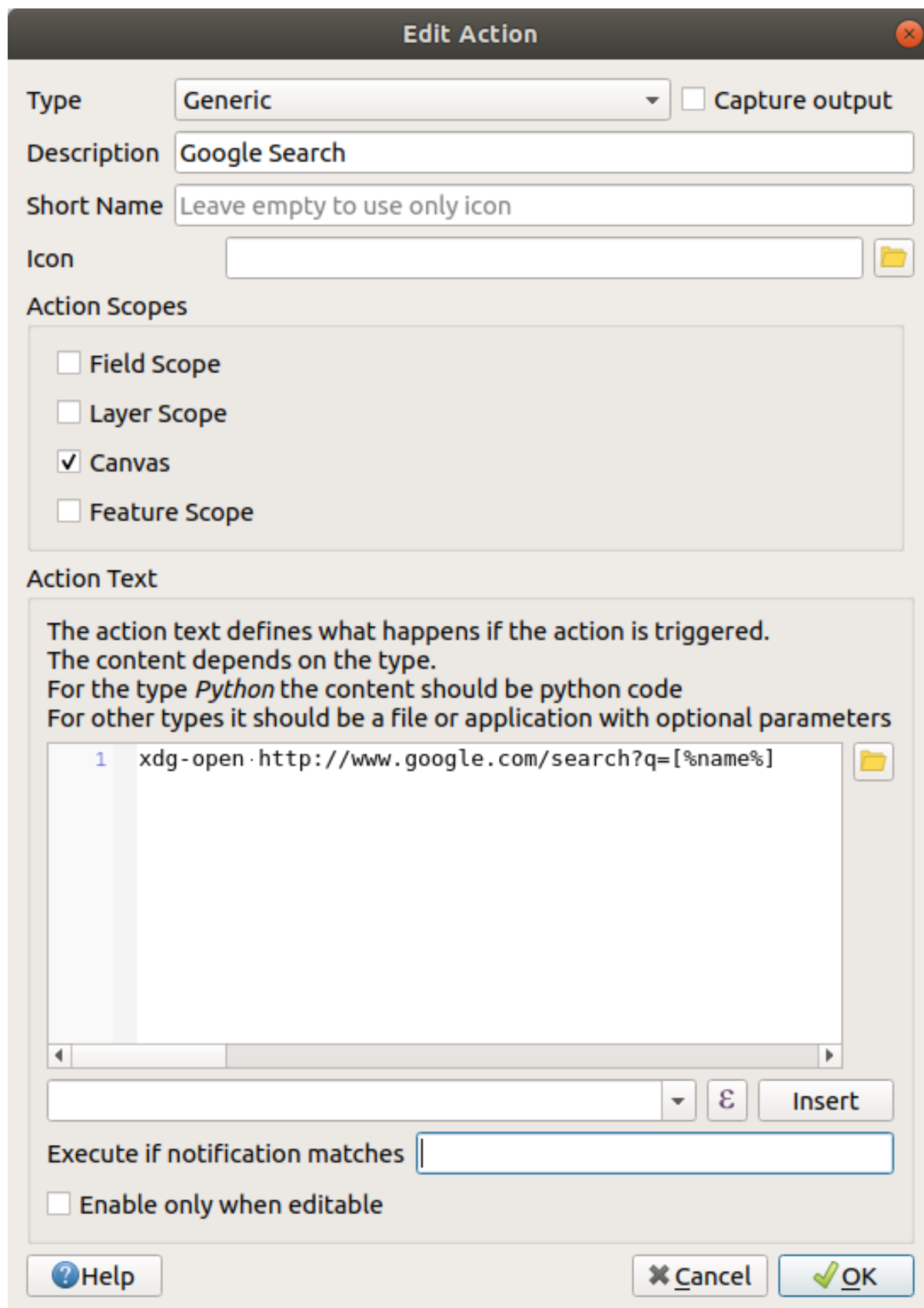
#### 5.4.4 Follow Along: Apri un sito direttamente in QGIS

Sopra, hai visto come aprire una pagina web in un browser esterno. Ci sono alcuni difetti con questo approccio nel fatto che viene aggiunta una dipendenza sconosciuta - l'utente finale nel suo sistema avrà il software necessario per eseguire l'azione? Come hai visto, non hanno necessariamente lo stesso tipo di comando per lo stesso tipo di azione, se non sai su quale sistema operativo sarà usata. Con alcune versioni di sistema operativo, i comandi usati per aprire il browser potrebbero non funzionare. Questo potrebbe essere un problema insormontabile.

Comunque, QGIS opera utilizzando l'incredibilmente potente e versatile libreria Qt. Inoltre, le azioni QGIS possono essere arbitrari comandi Python, composti (p.e. usando informazioni variabili basate sul contenuto dell'attributo di un campo)!

Ora vedrai come utilizzare un'azione python per mostrare una pagina web. È la stessa idea generale per aprire un sito in un browser esterno, ma non richiede alcun browser nel sistema dell'utente dato che utilizza la classe Qt `QWebView` (che è un widget html basato su `webkit`) per visualizzare il contenuto in una finestra a comparsa.

Questa volta useremo Wikipedia. Quindi il URL che richiederai sarà come questo:

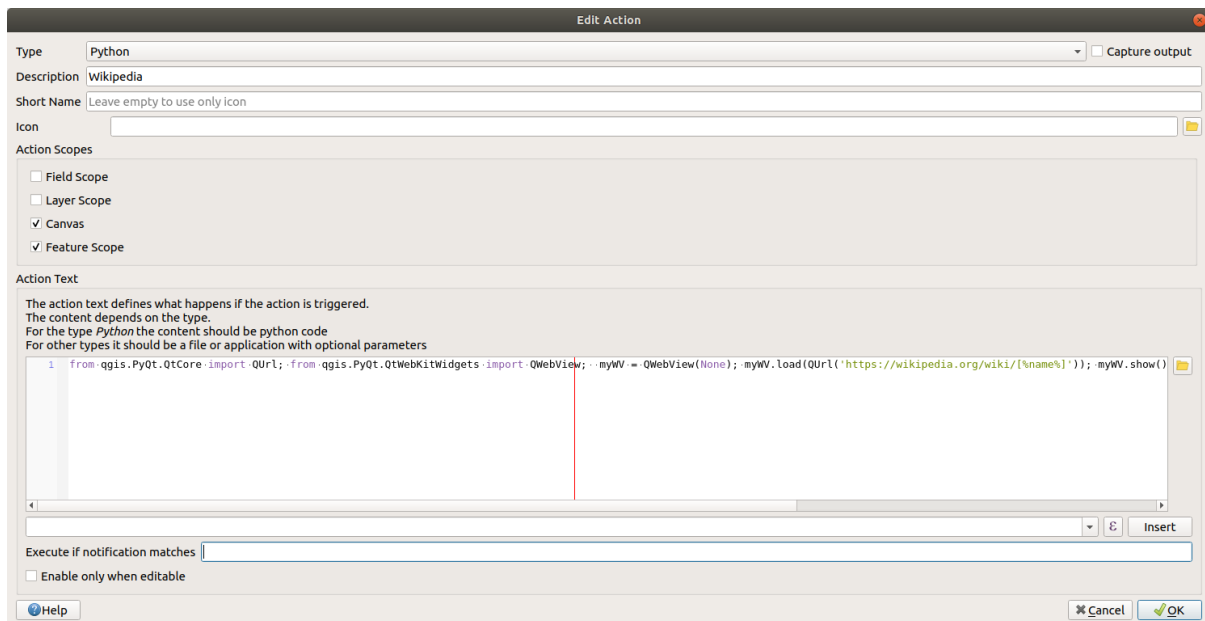


[https://wikipedia.org/wiki/SEARCH\\_PHRASE](https://wikipedia.org/wiki/SEARCH_PHRASE)

Per creare l'azione sul layer:

1. Apri la finestra *Proprietà vettore* e vai alla scheda *Azioni*.
2. Configura una nuova azione usando le seguenti proprietà:
  - *Type*: Python
  - *Descrizione*: Wikipedia
  - *Testo Azione* (tutto su una riga):

```
from qgis.PyQt.QtCore import QUrl; from qgis.PyQt.QtWebKitWidgets import QWebView; myWV = QWebView(None); myWV.load(QUrl('https://wikipedia.org/wiki/[%name%]')); myWV.show()
```



Ci sono un paio di cose da dire:

- Tutto il codice Python è in una sola riga con punti e virgola che separano i comandi (al posto di a capo, il normale modo di separare i comandi Python).
- [%name%] sarà rimpiazzato con l'attuale valore dell'attributo quando l'azione è invocata (come precedentemente).
- Il codice semplicemente crea una nuova istanza di QWebView, imposta il suo URL, e chiama show() per renderla visibile come una finestra sullo schermo dell'utente.

Nota che questo è un esempio un po' "forzato". Python lavora con indentazione semanticamente significativa, così separare le cose con un punto e virgola non è il modo migliore per scriverlo. Quindi, nel mondo reale, devi essere più propenso a importare la logica da un modulo Python e quindi chiamare una funzione con un attributo campo come parametro.

Puoi anche usare questo approccio per visualizzare un'immagine senza richiedere che l'utente abbia un particolare visualizzatore di immagini sul suo sistema.

3. Prova ad utilizzare i metodi sopra descritti per caricare una pagina Wikipedia utilizzando l'azione Wikipedia appena creata.

### 5.4.5 In Conclusion

Le azioni di permettono di dare alla tua mappa della funzionalità extra, utili per l'utente finale che vede la stessa mappa in QGIS. Dato che puoi utilizzare dei comandi shell per qualunque sistema operativo, oppure puoi usare Python, non c'è limite alle funzioni che potresti incorporare!

### 5.4.6 What's Next?

Ora che hai fatto tutti i tipi di creazione di vettori dati, imparerai come analizzare i dati per risolvere problemi. È l'argomento del prossimo modulo.

---

## Module: Strumenti di analisi vettoriale

---

Ora che hai modificato alcuni elementi, vorrai sapere che altro puoi fare con essi. Avere elementi con attributi è bello, ma ora puoi sapere tutto, anche quello che una mappa non-GIS non può dire.

Il vantaggio chiave del GIS è questo: *un GIS può rispondere alle domande.*

Nei prossimi tre moduli, tenteremo di rispondere ad una *domanda di ricerca* usando le funzioni di QGIS. Per esempio, se fossi un agente immobiliare potresti dover cercare una proprietà residenziale in Swellendam per dei clienti che dovrebbe soddisfare i criteri seguenti:

1. Deve essere in Swellendam.
2. Deve essere ad una distanza ragionevole da essere raggiunta in auto (diciamo 1 km).
3. Deve essere grande almeno 100 mq.
4. Deve essere a meno di 50 m da una strada principale.
5. Deve essere a meno di 500 m da un ristorante.

Con i prossimi moduli, utilizzeremo la potenza degli strumenti di analisi in QGIS per trovare il luogo adatto per questo nuovo sviluppo residenziale.

### 6.1 Lesson: Riproiezione e trasformazione dei dati

Parliamo nuovamente dei Sistemi di Riferimento delle Coordinate (CRS). L'abbiamo visto brevemente in precedenza, ma non abbiamo discusso di cosa significhi nella pratica.

**Obiettivo della lezione:** Riproiettare e trasformare dataset vettoriali.

## 6.1.1 Follow Along: Proiezioni

Il CRS che tutti i dati, come la mappa stessa, ora utilizzano è chiamato *WGS84*. Questo è un Sistema di Coordinate Geografiche (GCS) molto comune per la rappresentazione di dati. Ma, come vedremo, c'è un problema.

1. Salva la mappa attuale.
2. Poi apri la mappa del mondo che trovi in `exercise_data/world/world.qgs`
3. Ingrandisci il Sud Africa utilizzando lo strumento *Ingrandisci*
4. Prova ad impostare una scala nel campo *Scala*, che è nella *Barra di Stato* in fondo allo schermo. Mentre sei sul Sud Africa, imposta il valore a 1 : 5 000 000 (1 a cinque milioni).
5. Muovi la mappa osservando il campo *Scala*

Noti che la scala cambia? Questo è perché ti stai spostando dal punto in cui eri quando hai ingrandito a 1 : 5 000 000, che era al centro dello schermo. Tutto attorno a quel punto, la scala è diversa.


Per comprendere il perché, pensa al globo della Terra. Ha delle linee che scorrono su di esso da Nord verso Sud. Queste linee di longitudine sono distanziate all'equatore, ma si incontrano ai poli.

In un GCS, stai lavorando su questa sfera, ma il tuo schermo è piatto. Quando si tenta di rappresentare una sfera su una superficie piatta, avvengono delle distorsioni, come succederebbe se tagli una palla da tennis e tenti di appiattirla. In una mappa questo significa che le linee di longitudine stanno equamente distanziate una dall'altra, anche ai poli (quando si dovrebbero incontrare). Questo significa che, nella tua mappa, come ti allontani dall'equatore, la scala degli oggetti che vedi diventa sempre più grande. Per noi significa, in pratica, che non c'è una scala costante sulla mappa!

Per risolvere il problema, usiamo invece un Sistema di Coordinate di Progetto (PCS). Un PCS «proietta» o converte i dati in modo da tener conto della modifica della scala e correggerla. Perciò, per tenere la scala costante, dobbiamo riproiettare i nostri dati usando un PCS.

## 6.1.2 Follow Along: Riproiezione «al volo»

Per predefinitore, QGIS riproietta i dati «al volo». Questo significa che anche se i tuoi dati sono in un altro CRS, QGIS può riproiettarli come se fossero in un CRS di tua scelta.

Puoi cambiare il CRS del tuo progetto cliccando sul pulsante  SR attuale nell'angolo in basso a destra di QGIS.

1. Nel dialogo che appare, inserisci la parola `global` nel campo *Filtra*. Alcuni CRS dovrebbero apparire nel campo *Predefined Coordinate Reference Systems* in basso.
2. Seleziona la voce *WGS 84 / NSIDC EASE-Grid 2.0 Global | EPSG:6933* cliccando su di essa, e poi cliccando *OK*.

Nota come la forma del Sud Africa cambia. Tutte le proiezioni lavorano cambiando la forma apparente degli oggetti sulla terra.

3. Ingrandisci alla scala 1 : 5 000 000 di nuovo, come prima.
4. Sposta attorno la mappa.

Nota che la scala rimane la stessa!

La riproiezione «al volo» è utilizzata anche per combinare dataset in differenti CRS.

1. Aggiungi un altro layer vettoriale alla mappa che soli i dati per il Sud Africa. Lo troverai in `exercise_data/world/RSA.shp`.
2. Caricalo. Un modo veloce per vedere il suo CRS è spostare il mouse sopra il layer nella legenda. È EPSG:3410.

Che cosa noti?



Il layer è visibile anche se ha un CRS diverso da quello di *continents*.

### 6.1.3 Follow Along: Salvare un data set con un CRS diverso

A volte è necessario salvare un dataset esistente con un CRS diverso. Come vedremo nella prossima lezione, se hai bisogno di calcolare distanze sul layer, è meglio avere il layer in un sistema di coordinate proiettate.

Fai attenzione che la riproiezione «al volo» si riferisce al **progetto** non al singolo layer. Questo significa che il layer può avere un CRS diverso dal progetto anche se lo vedi nella posizione *corretta*.



Puoi facilmente esportare il layer con un diverso CRS.

1. Aggiungi il dataset `buildings` dal file `training_data.gpkg`
2. Clicca col tasto destro sul layer `buildings` nel pannello *Layers*
3. Seleziona *Esporta*  *Salva Elementi Come...* nel menu che appare. Ti apparirà il dialogo *Salva Vettore Come...*
4. Clicca sul pulsante *Sfoggia* vicino al campo *Nome file*
5. Sfoggia in `exercise_data/` e inserisci `buildings_reprojected.shp` come nome del nuovo layer
6. Cambia il valore di *SR*. Nel menu a scomparsa saranno visualizzati solo i CRS utilizzati di recente. Clicca sul pulsante  *Seleziona SR* vicino al menu a scomparsa.
7. Apparirà il dialogo *Coordinate Reference System Selector*. Nel campo *Filtrar*, cerca `34S`.
8. Seleziona dalla lista `WGS 84 / UTM zone 34S | EPSG:32734`
9. Lascia le altre opzione come sono. Il dialogo *Save Vector Layer as...* appare come questo:
10. Clicca su *OK*

Ora puoi confrontare la vecchia e nuova proiezione del layer e vedere che sono in due diversi CRS ma ancora si sovrappongono.

### 6.1.4 Follow Along: Creare la tua proiezione personalizzata


Ci sono molte altre proiezioni oltre a quelle incluse in QGIS. Puoi anche creare le tue proiezioni.

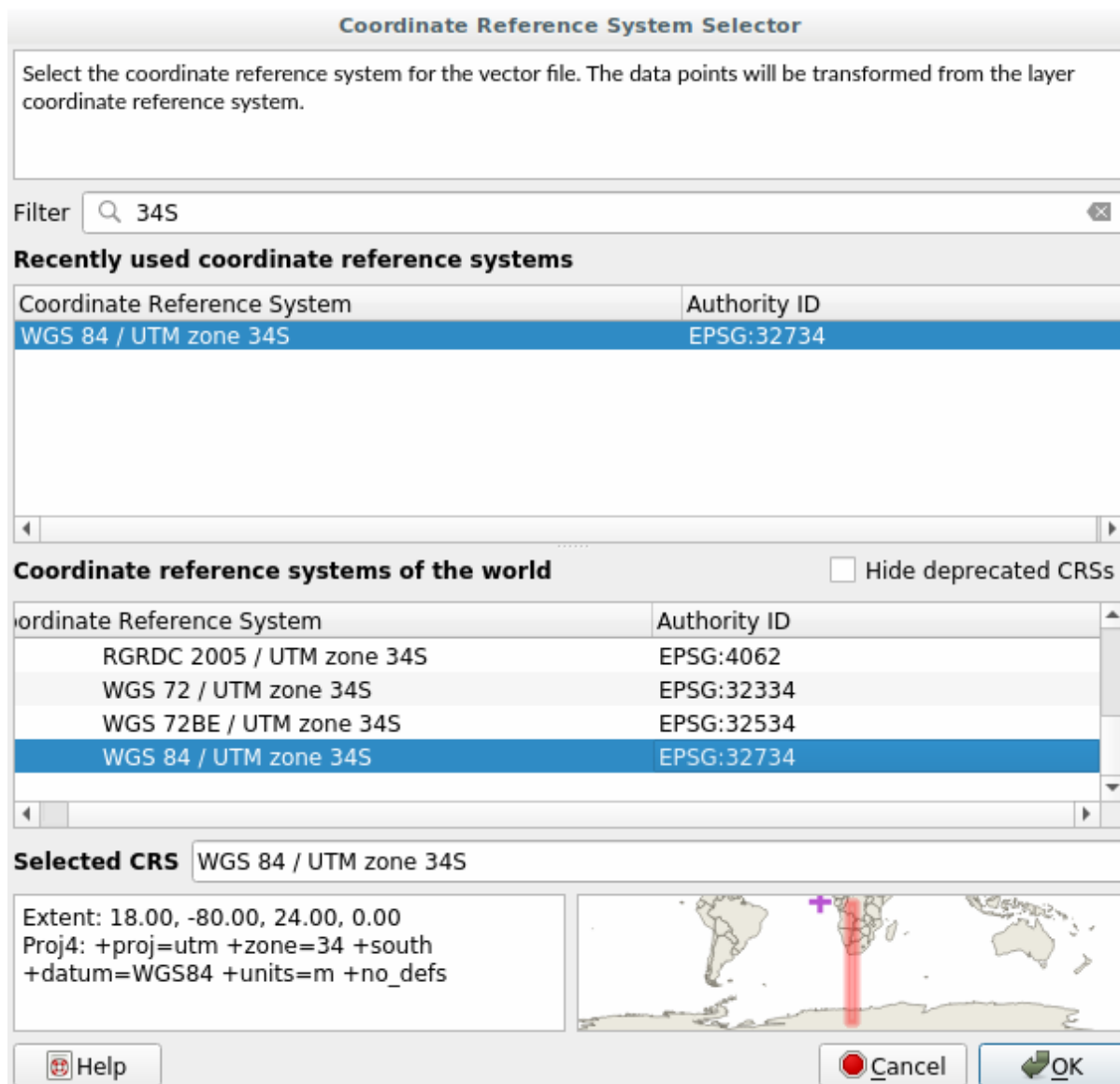
1. Inizia una nuova mappa.
2. Carica il dataset `world/oceans.shp`
3. Vai in *Impostazioni*  *Proiezioni Personalizzate...* e vedrai questo dialogo.
4. Clicca sul pulsante  *Aggiungi nuovo SR* per creare una nuova proiezione
5. Un'interessante proiezione da utilizzare è chiamata *Van der Grinten I*. Inserisci il suo nome nel campo *Nome*.

Questa proiezione rappresenta la terra in un campo circolare invece che rettangolare, come fanno la maggior parte delle proiezioni.

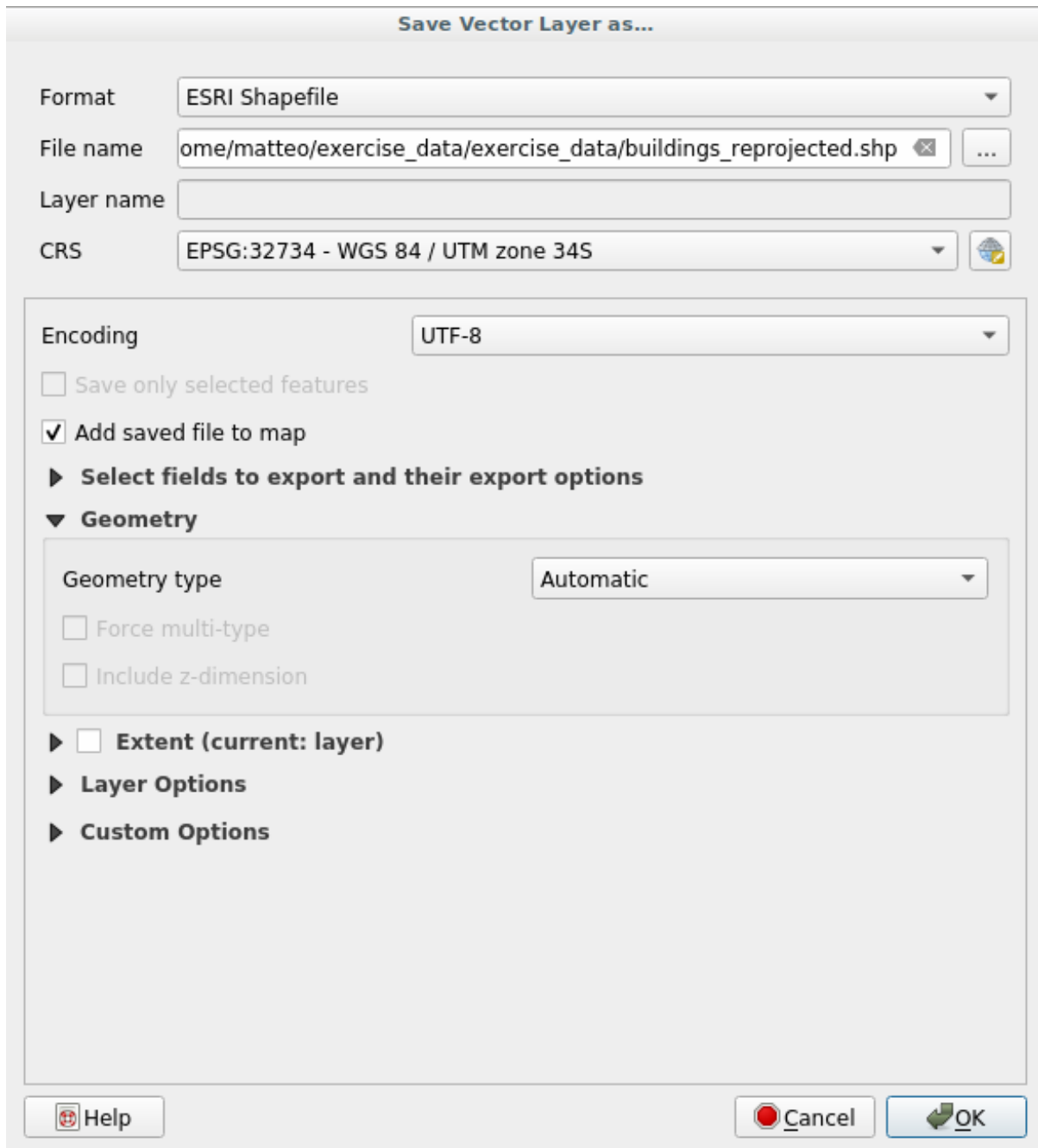
6. Aggiungi la riga seguente nel campo *Parameters*:

```
+proj=vandg +lon_0=0 +x_0=0 +y_0=0 +R_A +a=6371000 +b=6371000 +units=m +no_defs
```

7. Clicca su *OK*
8. Clicca sul pulsante  *SR Attuale* per cambiare il CRS proiettato
9. Scegli la proiezione appena definita (cerca il suo nome nel campo *Filtra*)
10. Applicando questa proiezione, la mappa sarà riproiettata così:









### Custom Coordinate Reference System Definition


**▼ Define**

You can define your own custom Coordinate Reference System (CRS) here. The definition must conform to the proj4 format for specifying a CRS.

| Name | Parameters |
|------|------------|
|      |            |




Name

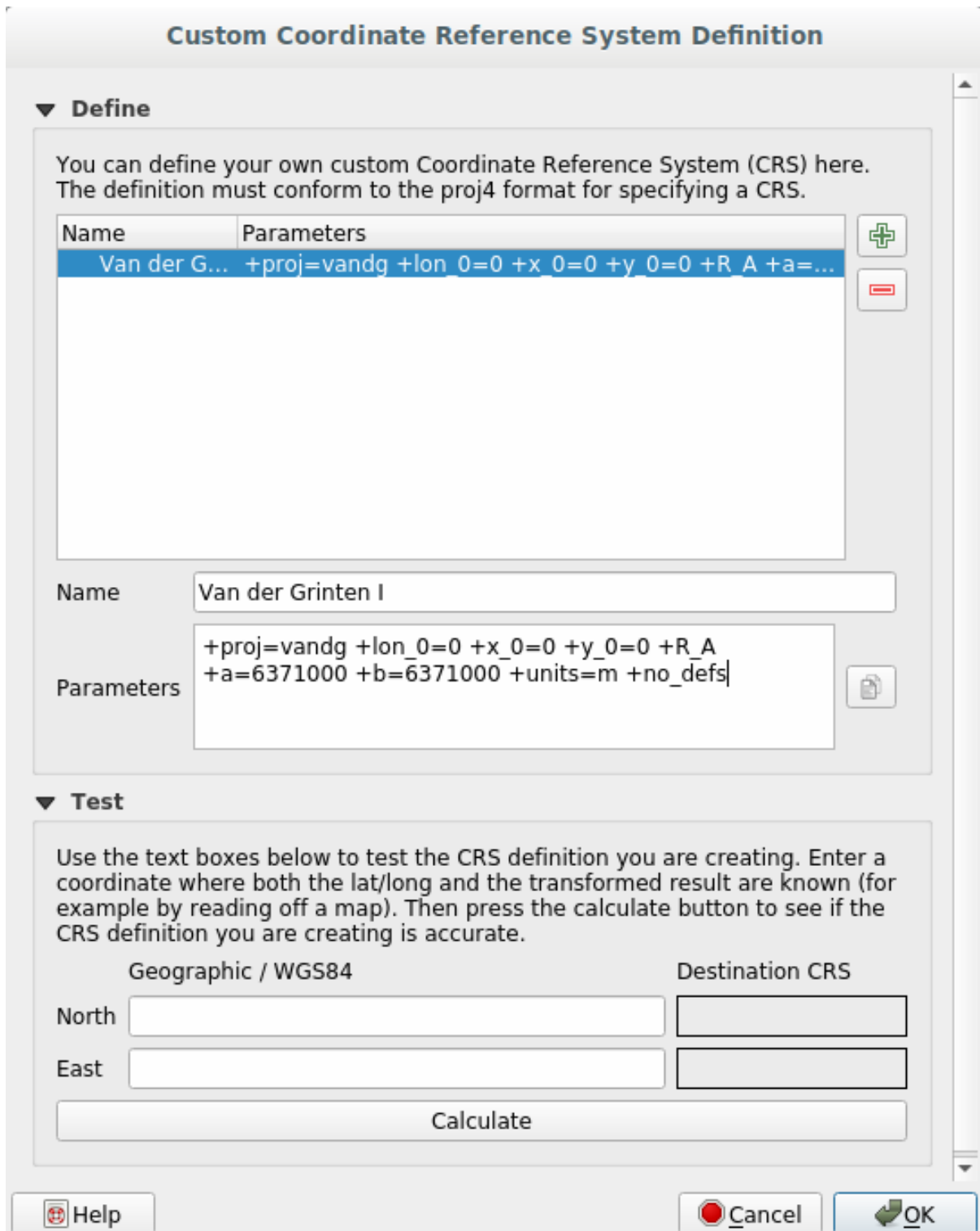
Parameters  

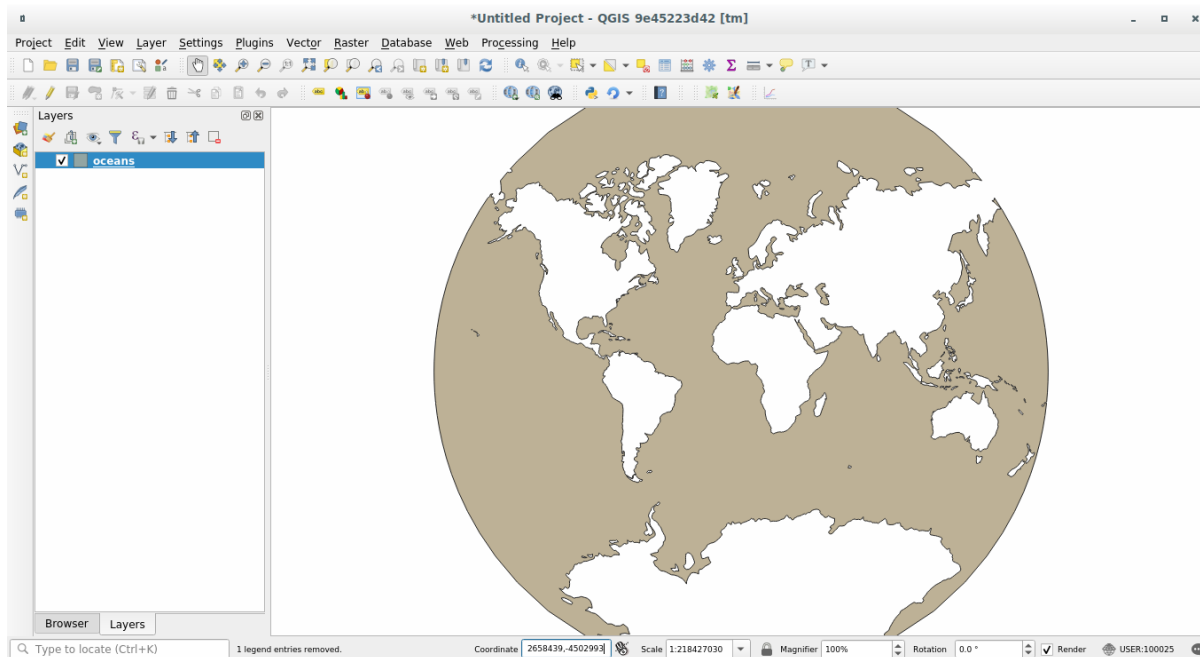
**▼ Test**

Use the text boxes below to test the CRS definition you are creating. Enter a coordinate where both the lat/long and the transformed result are known (for example by reading off a map). Then press the calculate button to see if the CRS definition you are creating is accurate.

|  | Geographic / WGS84                         | Destination CRS                            |
|--|--|--|
| North  | <input style="width: 400px;" type="text"/> | <input style="width: 150px;" type="text"/> |
| East   | <input style="width: 400px;" type="text"/> | <input style="width: 150px;" type="text"/> |
| <input style="width: 600px; height: 25px;" type="button" value="Calculate"/> |  |  |

 Help
 Cancel
 OK





### 6.1.5 In Conclusion

Proiezioni diverse sono utili per scopi diversi. Scegliendo la proiezione corretta, puoi assicurare che gli elementi sulla mappa saranno rappresentati accuratamente.

### 6.1.6 Further Reading

I materiali per la sezione *Avanzata* in questa lezione sono stati presi da [questo articolo](#).

Ulteriori informazioni sui Sistemi di Coordinate di Riferimento sono disponibili [qui](#).

### 6.1.7 What's Next?

Nella prossima lezione imparerai come analizzare i vettori dati usando diversi strumenti di QGIS per l'analisi dei vettori.

## 6.2 Lesson: Vector Analysis

Vector data can also be analyzed to reveal how different features interact with each other in space. There are many different analysis-related functions, so we won't go through them all. Rather, we will pose a question and try to solve it using the tools that QGIS provides.

**The goal for this lesson:** To ask a question and solve it using analysis tools.

---

### 6.2.1 The GIS Process

Before we start, it would be useful to give a brief overview of a process that can be used to solve a problem. The way to go about it is:

1. State the Problem
2. Get the Data
3. Analyze the Problem
4. Present the Results

### 6.2.2 The Problem

Let's start off the process by deciding on a problem to solve. For example, you are an estate agent and you are looking for a residential property in Swellendam for clients who have the following criteria:

1. It needs to be in Swellendam
2. It must be within reasonable driving distance of a school (say 1km)
3. It must be more than 100m squared in size
4. Closer than 50m to a main road
5. Closer than 500m to a restaurant

### 6.2.3 The Data

To answer these questions, we are going to need the following data:

1. The residential properties (buildings) in the area
2. The roads in and around the town
3. The location of schools and restaurants
4. The size of buildings

These data are available through OSM, and you should find that the dataset you have been using throughout this manual also can be used for this lesson.

If you want to download data from another area, jump to the *Introduction Chapter* to read how to do it.

---

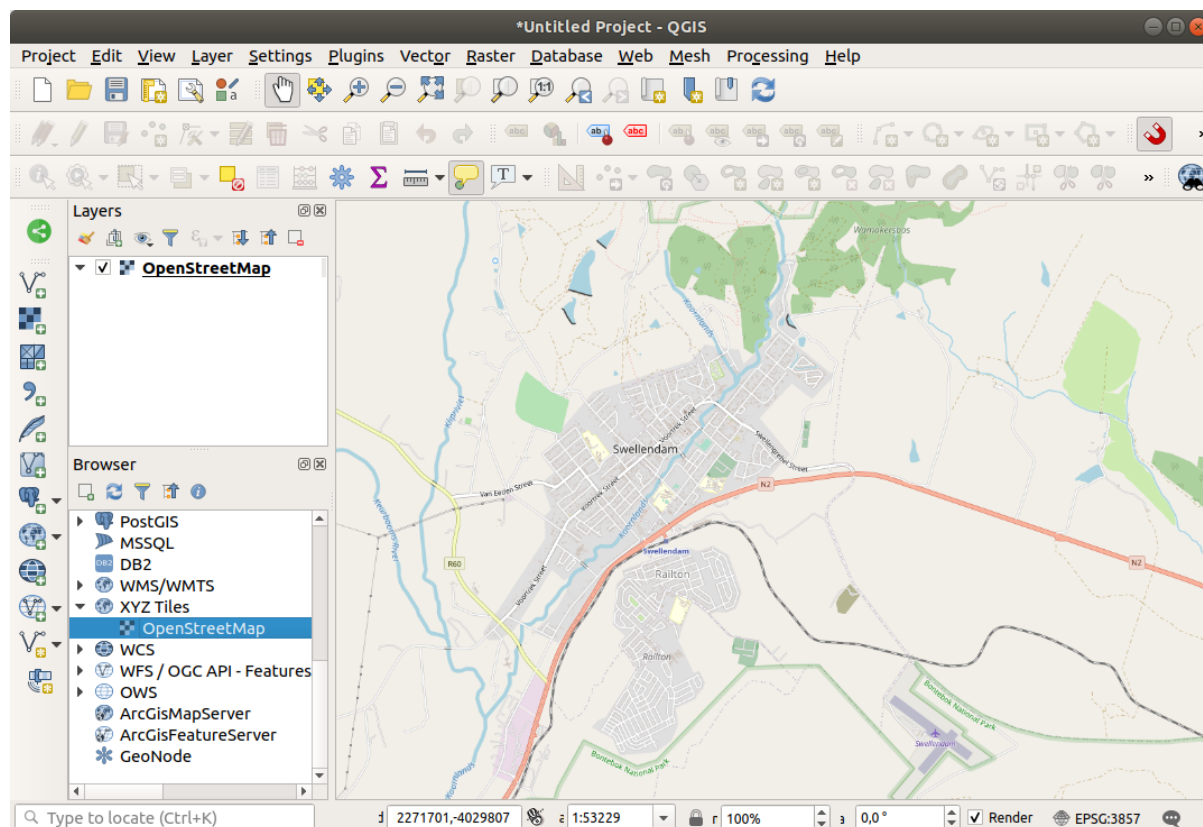
**Nota:** Although OSM downloads have consistent data fields, the coverage and detail does vary. If you find that your chosen region does not contain information on restaurants, for example, you may need to chose a different region.

---

## 6.2.4 Follow Along: Start a Project and get the Data

We first need to load the data to work with.

1. Start a new QGIS project
2. If you want, you can add a background map. Open the *Browser* and load the *OSM* background map from the *XYZ Tiles* menu.



3. In the `training_data.gpkg` Geopackage database, you will find most the datasets we will use in this chapter:
  1. buildings
  2. roads
  3. restaurants
  4. schools

Load them, and also `landuse.sqlite`.

4. Zoom to the layer extent to see Swellendam, South Africa

Before proceeding we will filter the *roads* layer, in order to have only some specific road types to work with.

Some roads in OSM datasets are listed as *unclassified*, *tracks*, *path* and *footway*. We want to exclude these from our dataset and focus on the other road types, more suitable for this exercise.


Moreover, OSM data might not be updated everywhere, and we will also exclude NULL values.

5. Right click on the *roads* layer and choose *Filter...*
6. In the dialog that pops up we filter these features with the following expression:

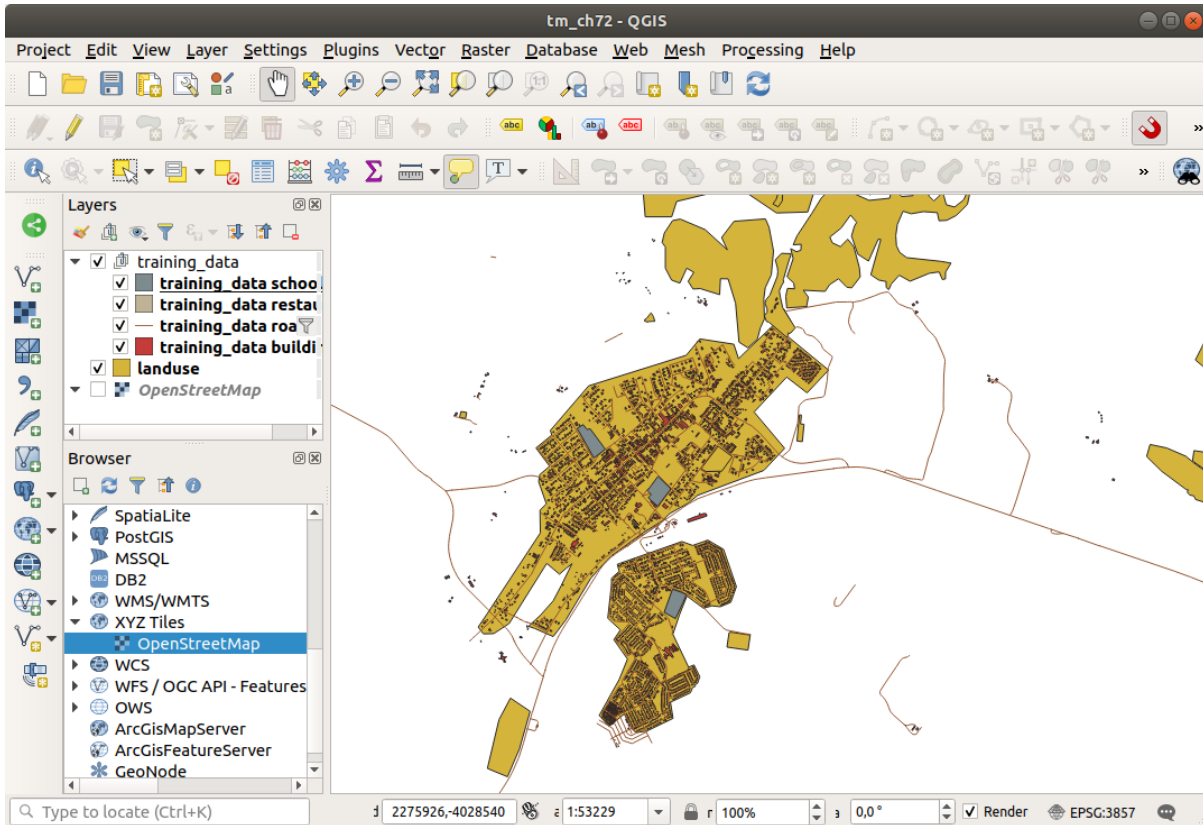
```
"highway" NOT IN ('footway', 'path', 'unclassified', 'track') AND "highway" != NULL
```

The concatenation of the two operators NOT and IN excludes all the features that have these attribute values in the highway field.

!= NULL combined with the AND operator excludes roads with no value in the highway field.

Note the  icon next to the roads layer. It helps you remember that this layer has a filter activated, so some features may not be available in the project.

The map with all the data should look like the following one:



## 6.2.5 Try Yourself Convert Layers” CRS

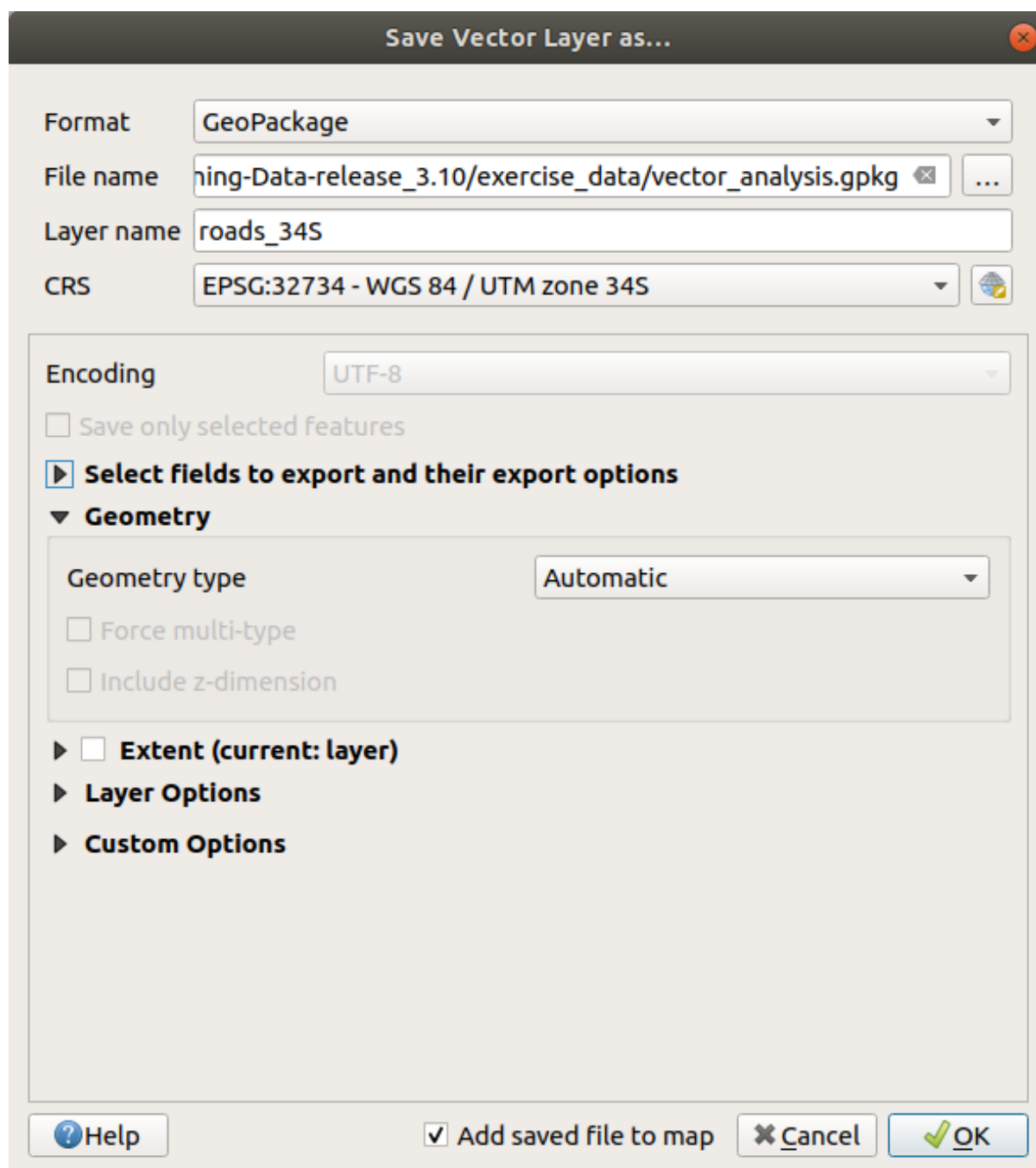
Because we are going to be measuring distances within our layers, we need to change the layers” CRS. To do this, we need to select each layer in turn, save the layer to a new one with our new projection, then import that new layer into our map.

You have many different options, e.g. you can export each layer as an ESRI Shapefile format dataset, you can append the layers to an existing GeoPackage file, or you can create another GeoPackage file and fill it with the new reprojected layers. We will show the last option, so the training\_data.gpkg will remain clean. Feel free to choose the best workflow for yourself.

**Nota:** In this example, we are using the WGS 84 / UTM zone 34S CRS, but you should use a UTM CRS which is more appropriate for your region.

1. Right click the roads layer in the Layers panel
2. Click *Export -> Save Features As...*
3. In the *Save Vector Layer As* dialog choose *GeoPackage* as *Format*
4. Click on ... for the *File name*, and name the new GeoPackage `vector_analysis`

5. Change the *Layer name* to roads\_34S
6. Change the *CRS* to *WGS 84 / UTM zone 34S*
7. Click on *OK*:



This will create the new GeoPackage database and add the roads\_34S layer.

8. Repeat this process for each layer, creating a new layer in the vector\_analysis.gpkg GeoPackage file with \_34S appended to the original name and removing each of the old layers from the project.

---

**Nota:** When you choose to save a layer to an existing GeoPackage, QGIS will **append** that layer to the GeoPackage.

---


9. Once you have completed the process for all the layers, right click on any layer and click *Zoom to layer extent* to focus the map to the area of interest.



Now that we have converted OSM data to a UTM projection, we can begin our calculations.

## 6.2.6 Follow Along: Analyzing the Problem: Distances From Schools and Roads

QGIS allows you to calculate distances between any vector object.

1. Make sure that only the `roads_34S` and `buildings_34S` layers are visible (to simplify the map while you're working)
2. Click on the *Processing*  *Toolbox* to open the analytical *core* of QGIS. Basically, **all** algorithms (for vector **and** raster analysis) are available in this toolbox.
3. We start by calculating the area around the `roads_34S` by using the *Buffer* algorithm. You can find it in the *Vector Geometry* group.

Or you can type `buffer` in the search menu in the upper part of the toolbox:

4. Double click on it to open the algorithm dialog
5. Select `roads_34S` as *Input layer*, set *Distance* to 50 and use the default values for the rest of the parameters.
6. The default *Distance* is in meters because our input dataset is in a Projected Coordinate System that uses meter as its basic measurement unit. You can use the combo box to choose other projected units like kilometers, yards, etc.

---

**Nota:** If you are trying to make a buffer on a layer with a Geographical Coordinate System, Processing will warn you and suggest to reproject the layer to a metric Coordinate System.

---

7. By default, *Processing* creates temporary layers and adds them to the *Layers* panel. You can also append the result to the GeoPackage database by:
  1. Clicking on the ... button and choose *Save to GeoPackage...*
  2. Naming the new layer `roads_buffer_50m`
  3. Saving it in the `vector_analysis.gpkg` file
8. Click on *Run*, and then close the *Buffer* dialog

Now your map will look something like this:

If your new layer is at the top of the *Layers* list, it will probably obscure much of your map, but this gives you all the areas in your region which are within 50m of a road.

Notice that there are distinct areas within your buffer, which correspond to each individual road. To get rid of this problem:

1. Uncheck the `roads_buffer_50m` layer and re-create the buffer with *Dissolve results* enabled.
2. Save the output as `roads_buffer_50m_dissolved`
3. Click *Run* and close the *Buffer* dialog

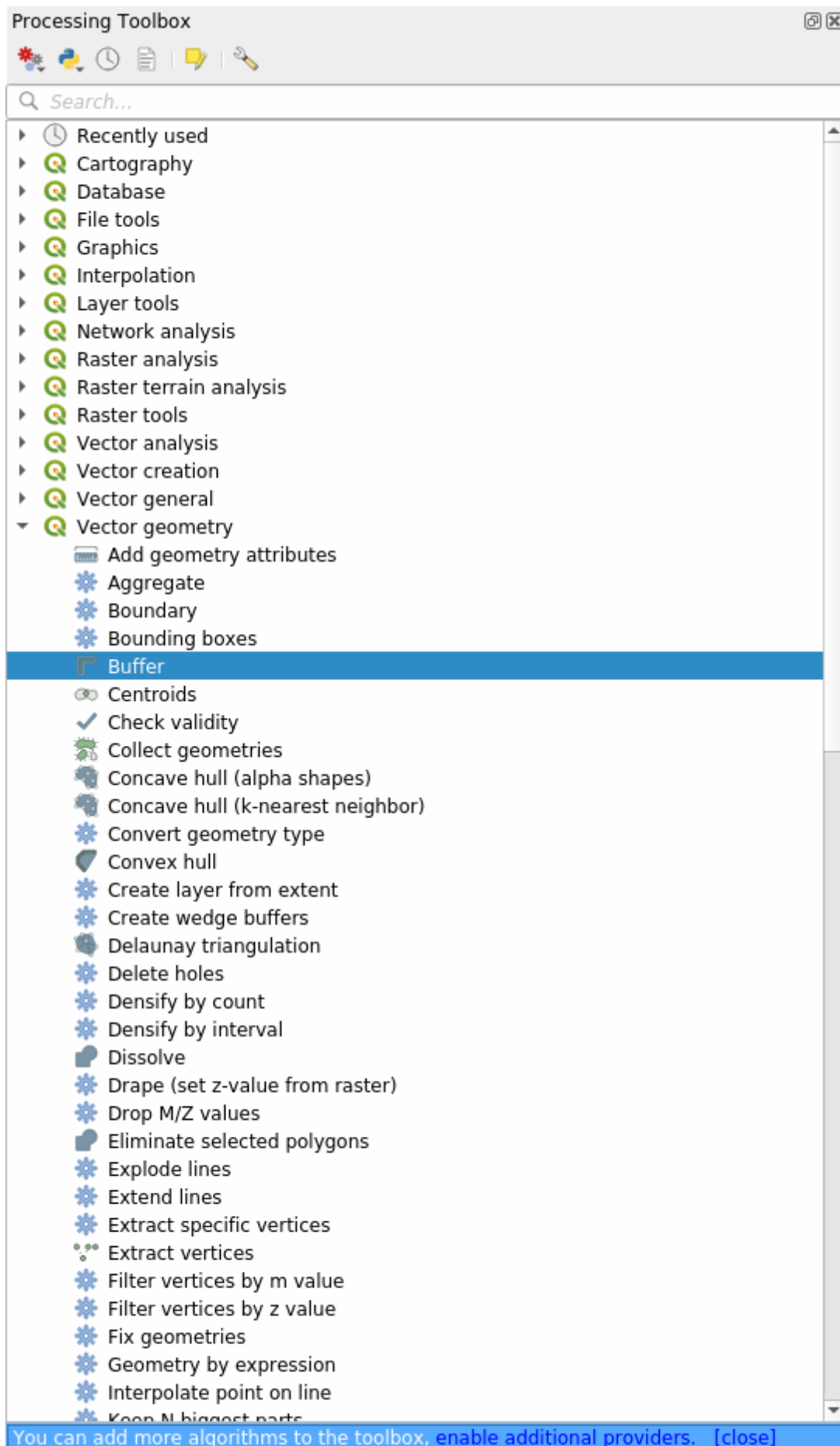
Once you have added the layer to the *Layers* panel, it will look like this:

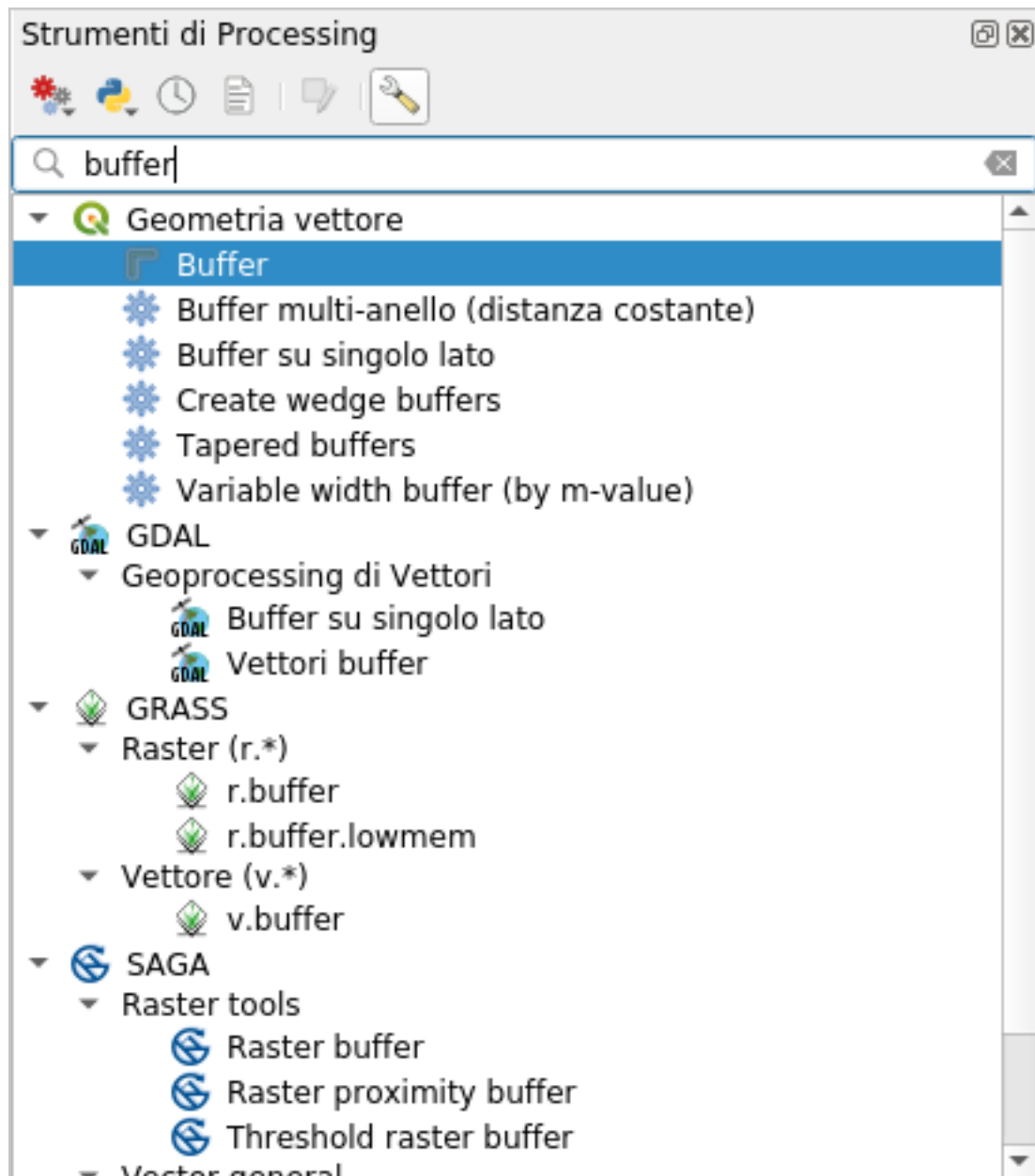
Now there are no unnecessary subdivisions.

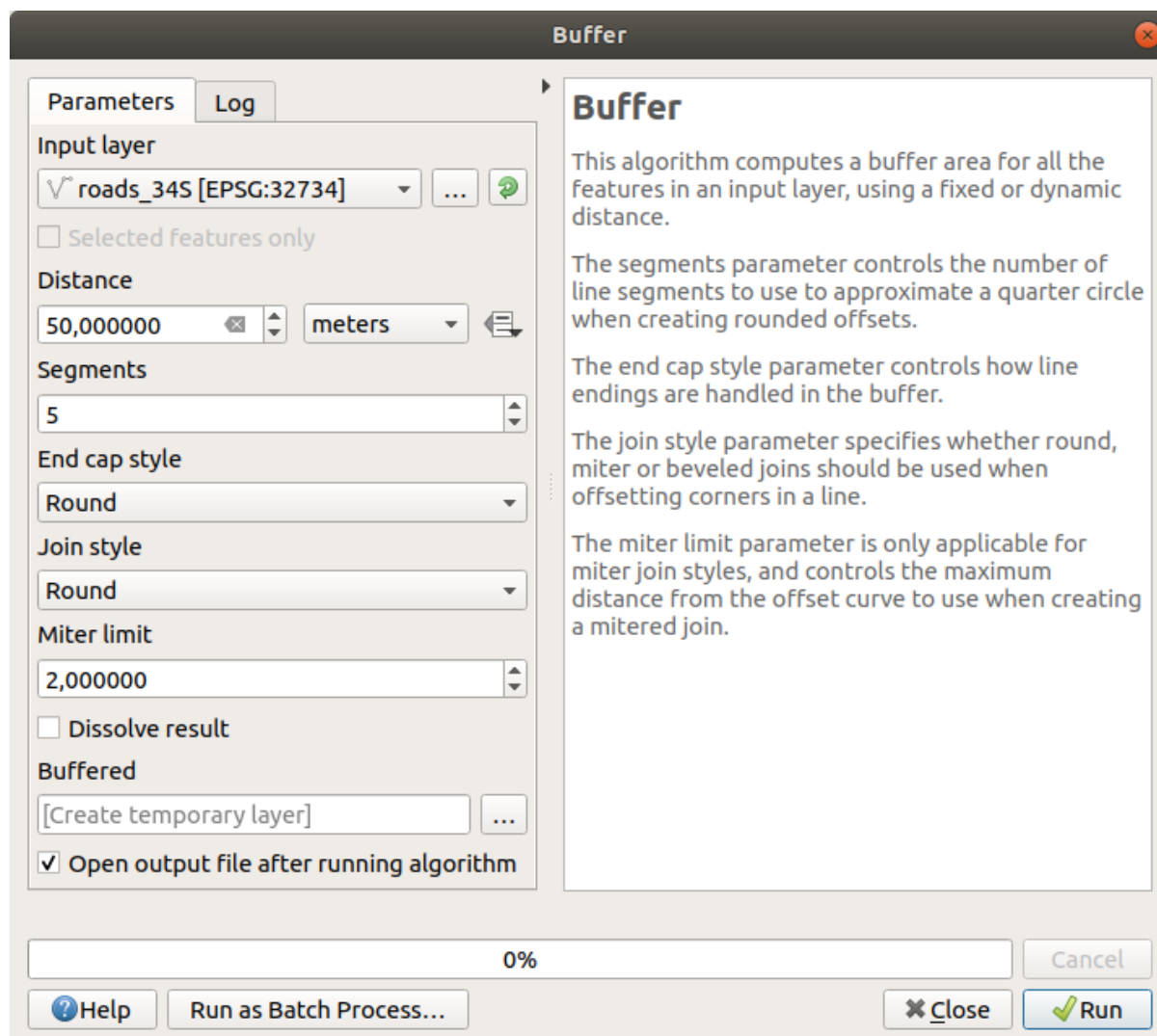
---

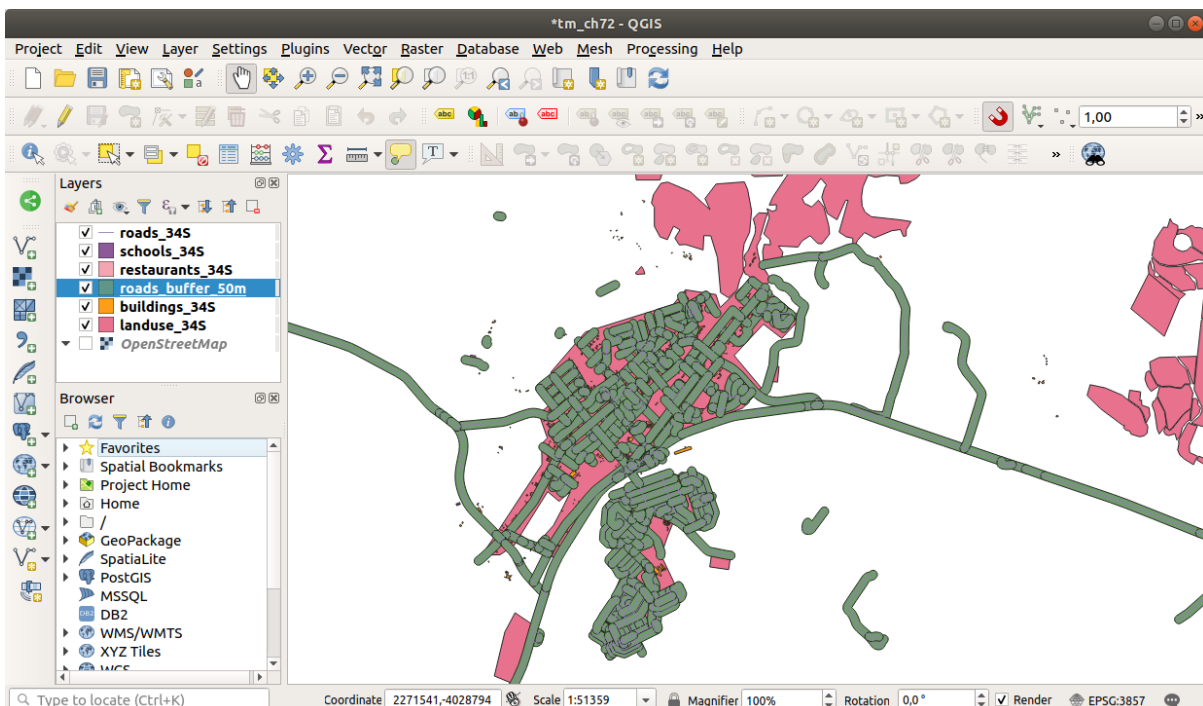
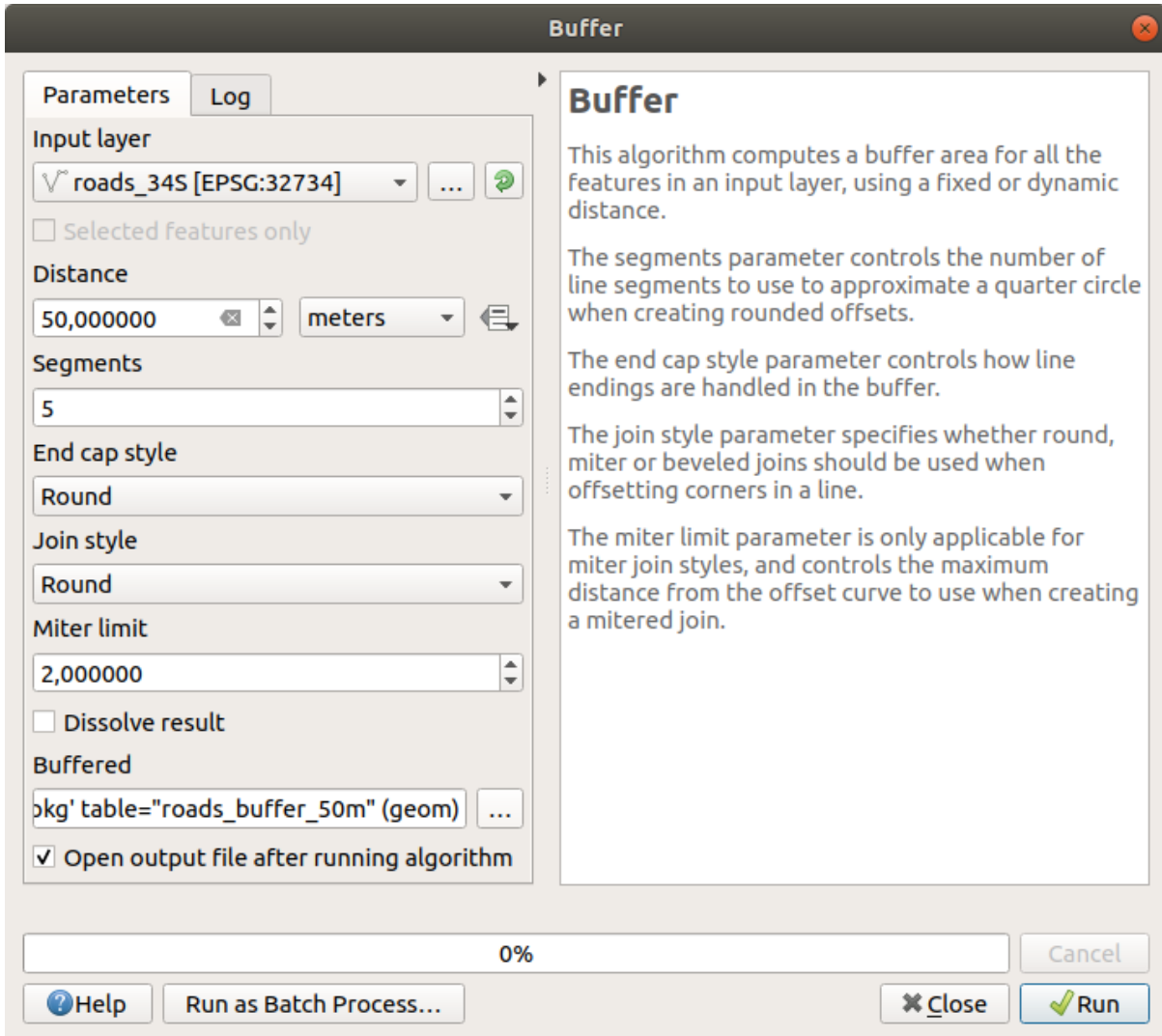
**Nota:** The *Short Help* on the right side of the dialog explains how the algorithm works. If you need more information, just click on the *Help* button in the bottom part to open a more detailed guide of the algorithm.

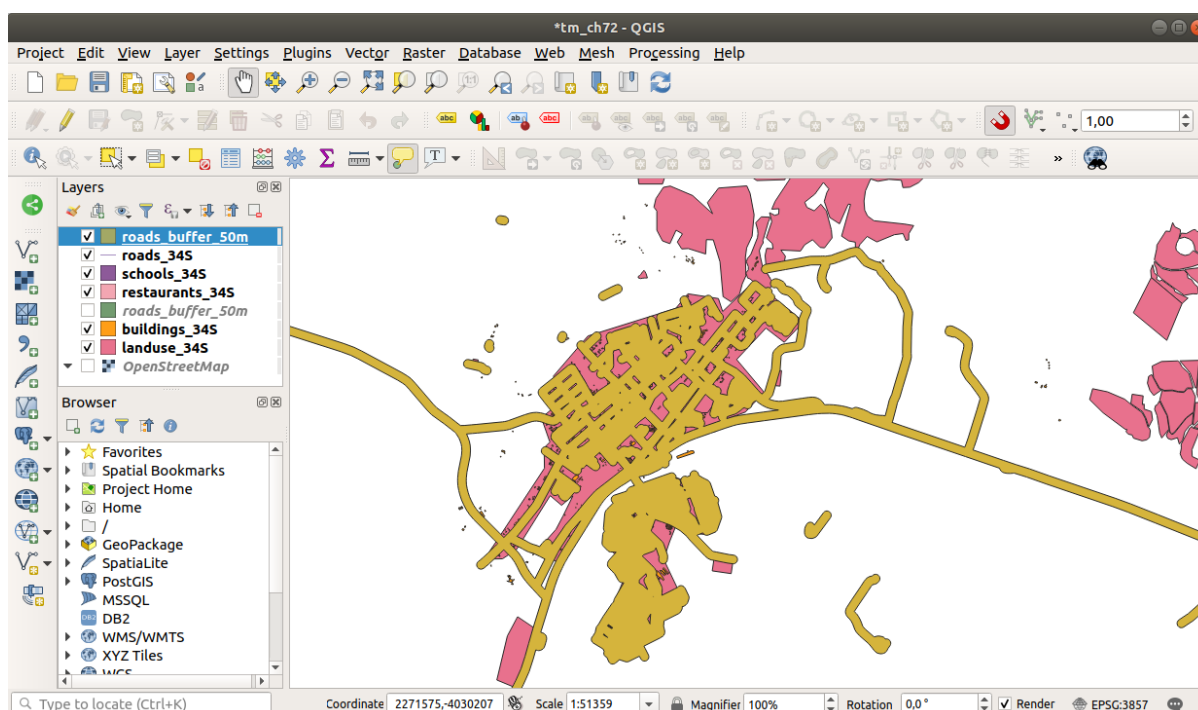
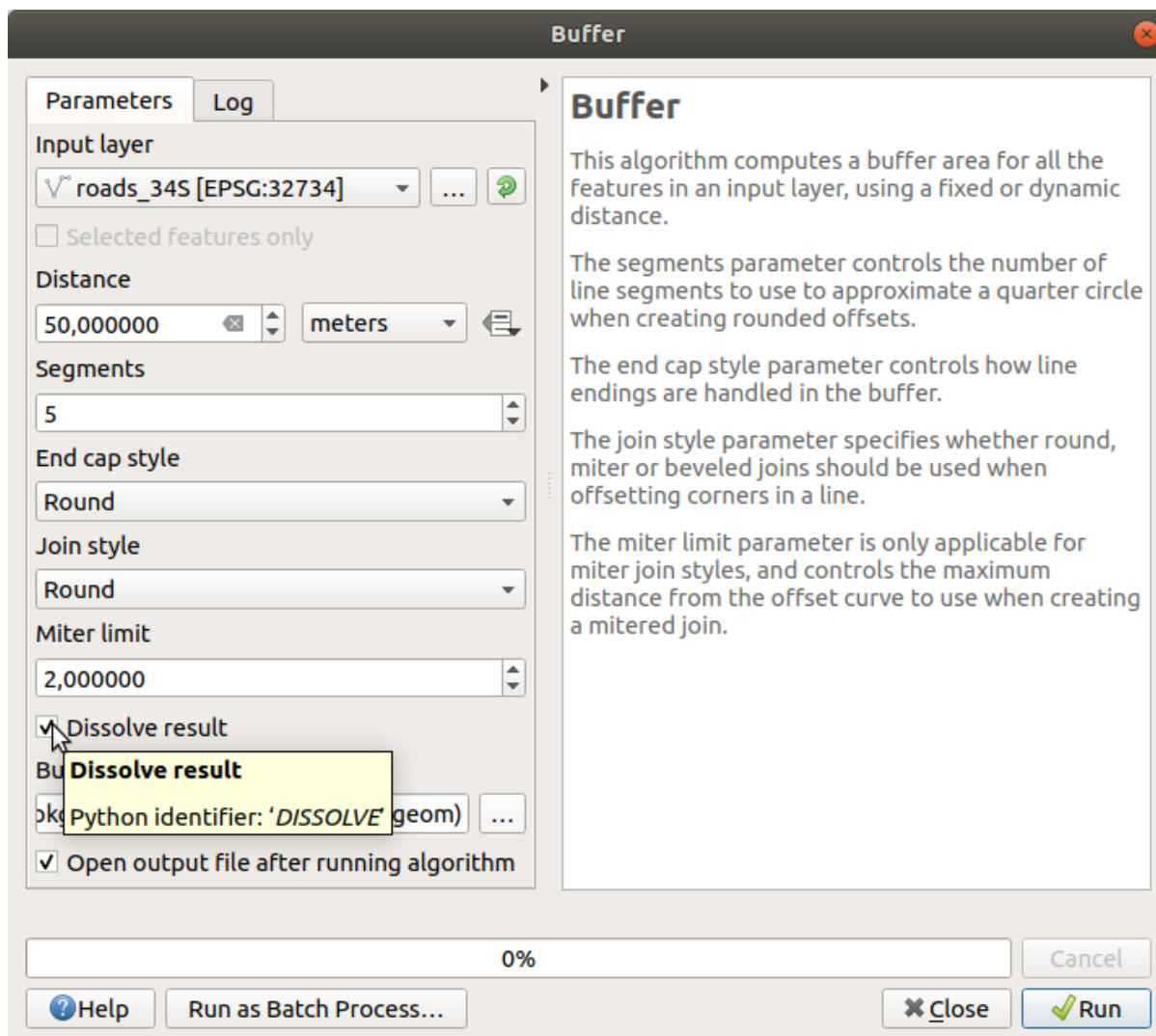
---











## 6.2.7 Try Yourself Distance from schools

Use the same approach as above and create a buffer for your schools.

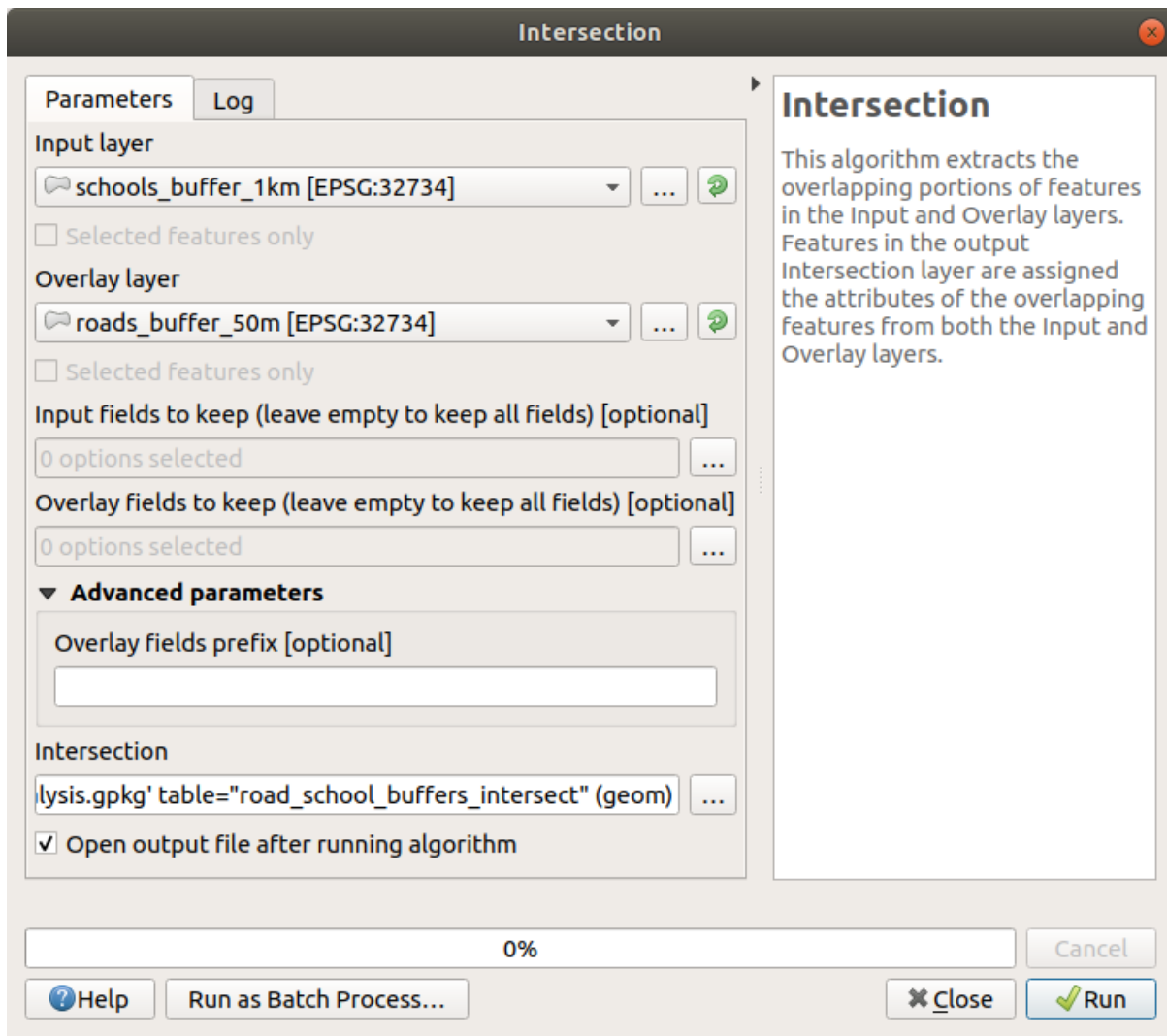
It shall to be 1 km in radius. Save the new layer in the `vector_analysis.gpkg` file as `schools_buffer_1km_dissolved`.

*Check your results*

## 6.2.8 Follow Along: Overlapping Areas

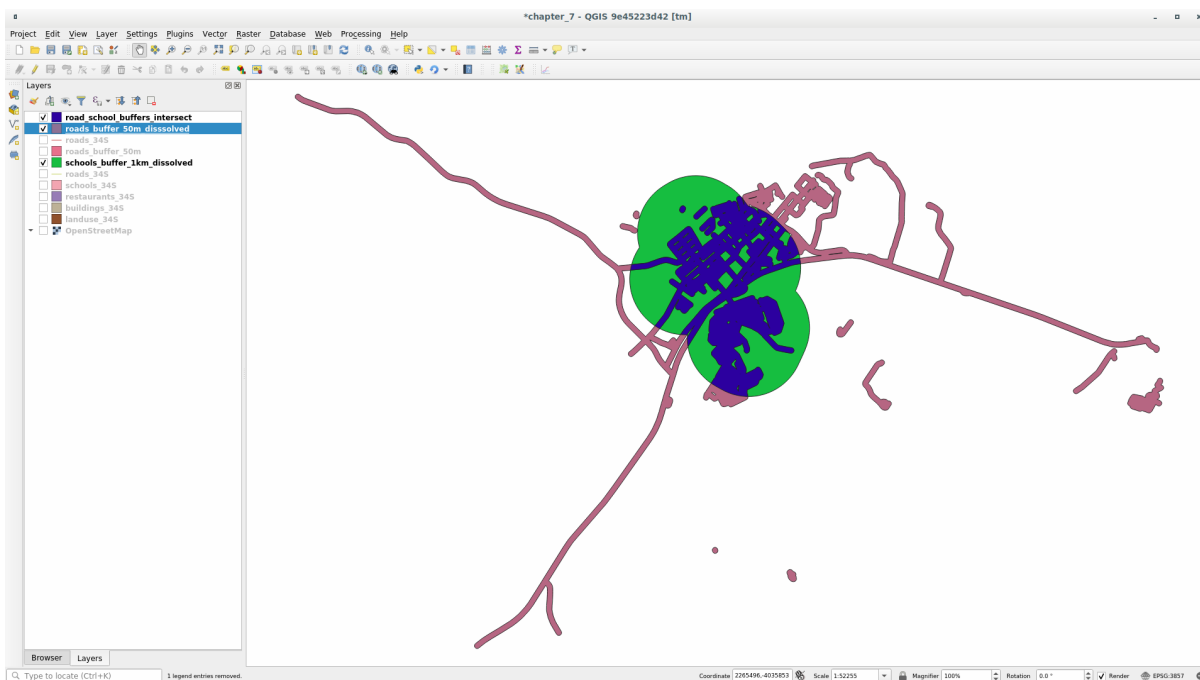
Now we have identified areas where the road is less than 50 meters away and areas where there is a school within 1 km (direct line, not by road). But obviously, we only want the areas where both of these criteria are satisfied. To do that, we will need to use the *Intersect* tool. You can find it in *Vector Overlay* group in the *Processing Toolbox*.

1. Use the two buffer layers as *Input layer* and *Overlay layer*, choose `vector_analysis.gpkg` GeoPackage in *Intersection* with *Layer name* `road_school_buffers_intersect`. Leave the rest as suggested (default).

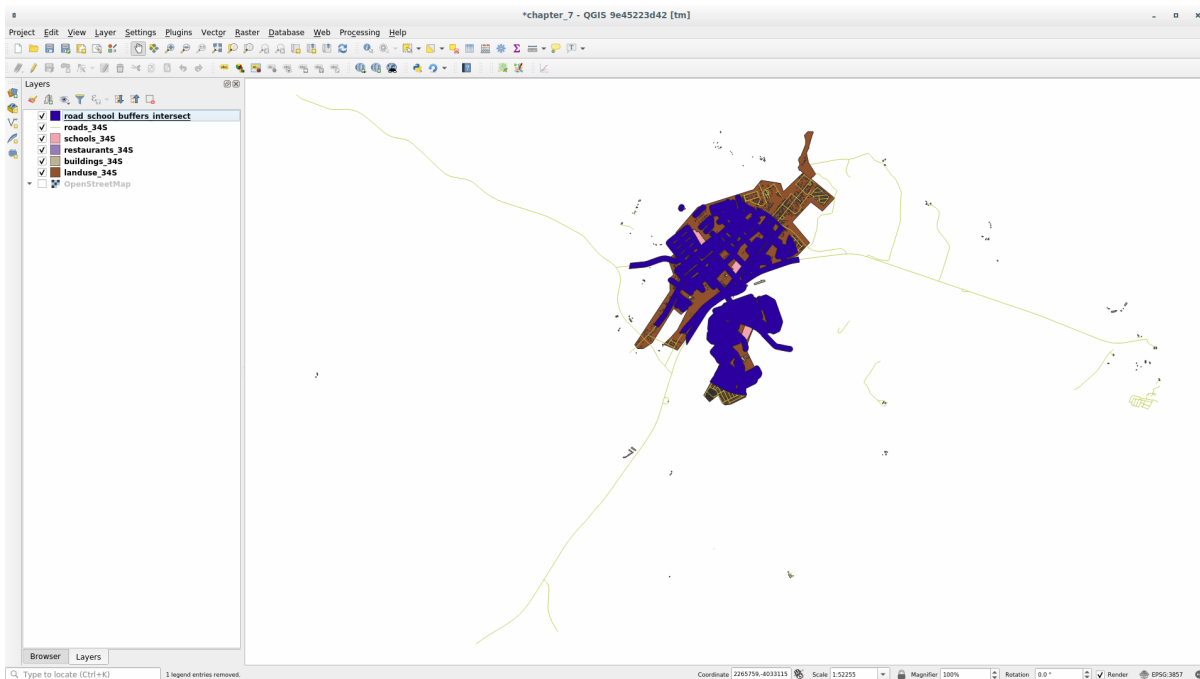


2. Click *Run*.

In the image below, the blue areas are where both of the distance criteria are satisfied.




3. You may remove the two buffer layers and only keep the one that shows where they overlap, since that's what we really wanted to know in the first place:

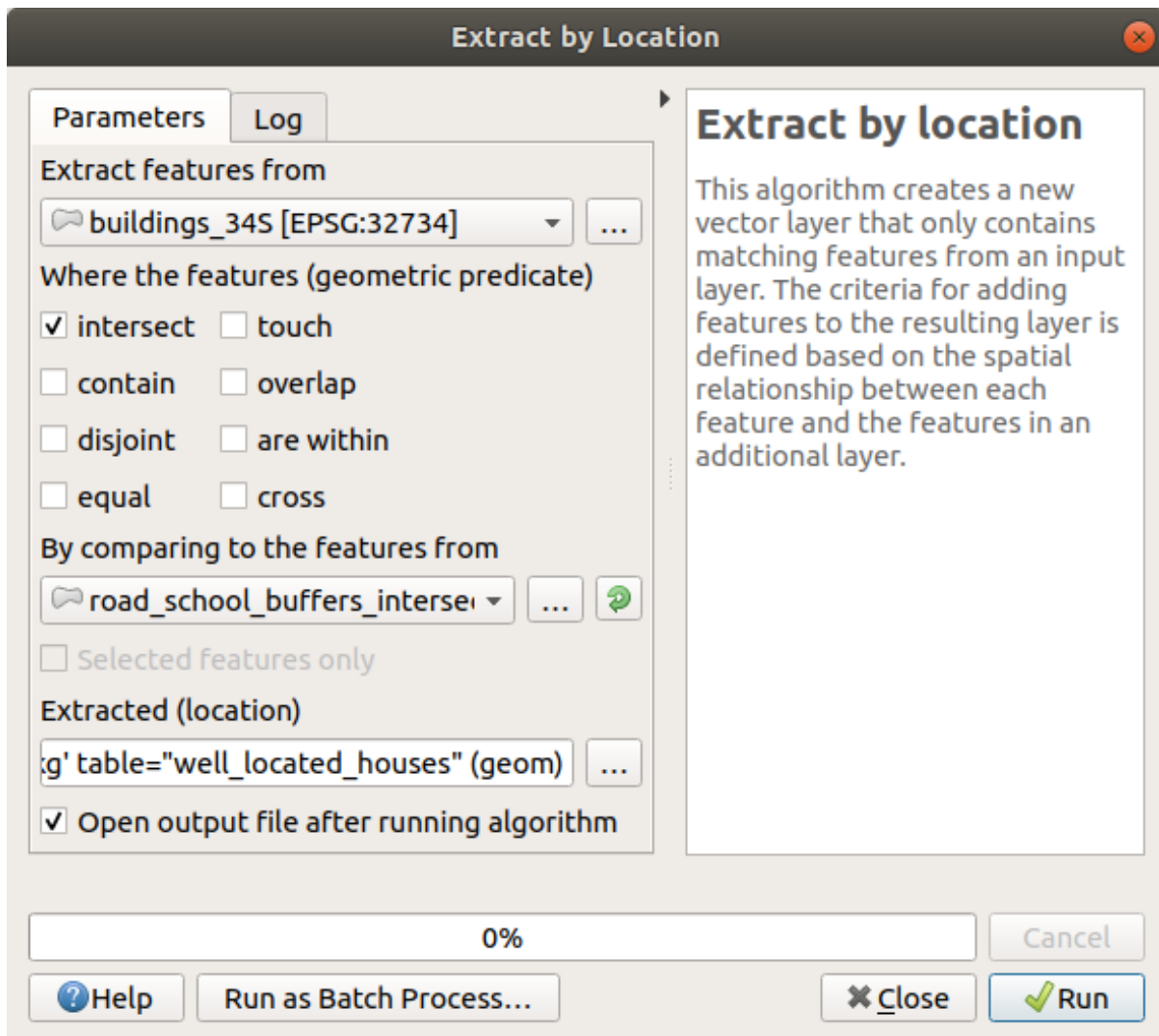




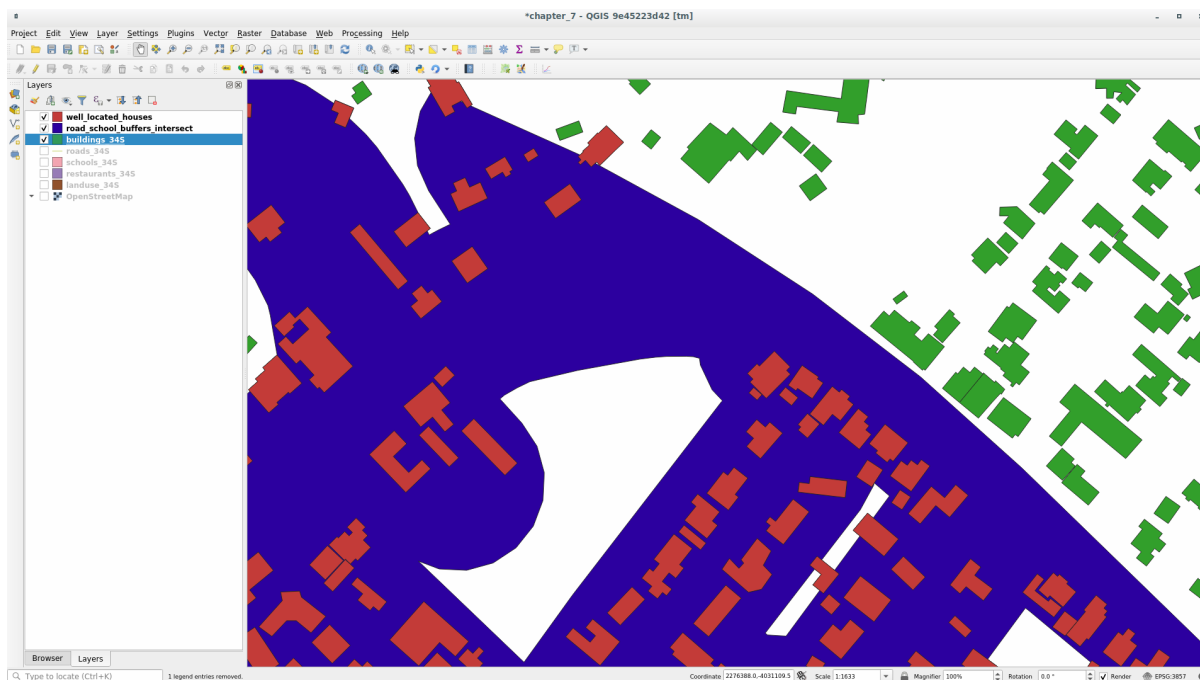
## 6.2.9 Follow Along: Extract the Buildings

Now you've got the area that the buildings must overlap. Next, you want to extract the buildings in that area.

1. Look for the menu entry *Vector Selection*  *Extract by location* within the *Processing Toolbox*
2. Select `buildings_34S` in *Extract features from*. Check *intersect* in *Where the features (geometric predicate)*, select the buffer intersection layer in *By comparing to the features from*. Save to the `vector_analysis.gpkg`, and name the layer `well_located_houses`.



3. Click *Run* and close the dialog
4. You will probably find that not much seems to have changed. If so, move the `well_located_houses` layer to the top of the layers list, then zoom in.  
The red buildings are those which match our criteria, while the buildings in green are those which do not.
5. Now you have two separated layers and can remove `buildings_34S` from the layer list.



### 6.2.10 Try Yourself Further Filter our Buildings


We now have a layer which shows us all the buildings within 1km of a school and within 50m of a road. We now need to reduce that selection to only show buildings which are within 500m of a restaurant.

Using the processes described above, create a new layer called *houses\_restaurants\_500m* which further filters your *well\_located\_houses* layer to show only those which are within 500m of a restaurant.


*Check your results*

### 6.2.11 Follow Along: Select Buildings of the Right Size

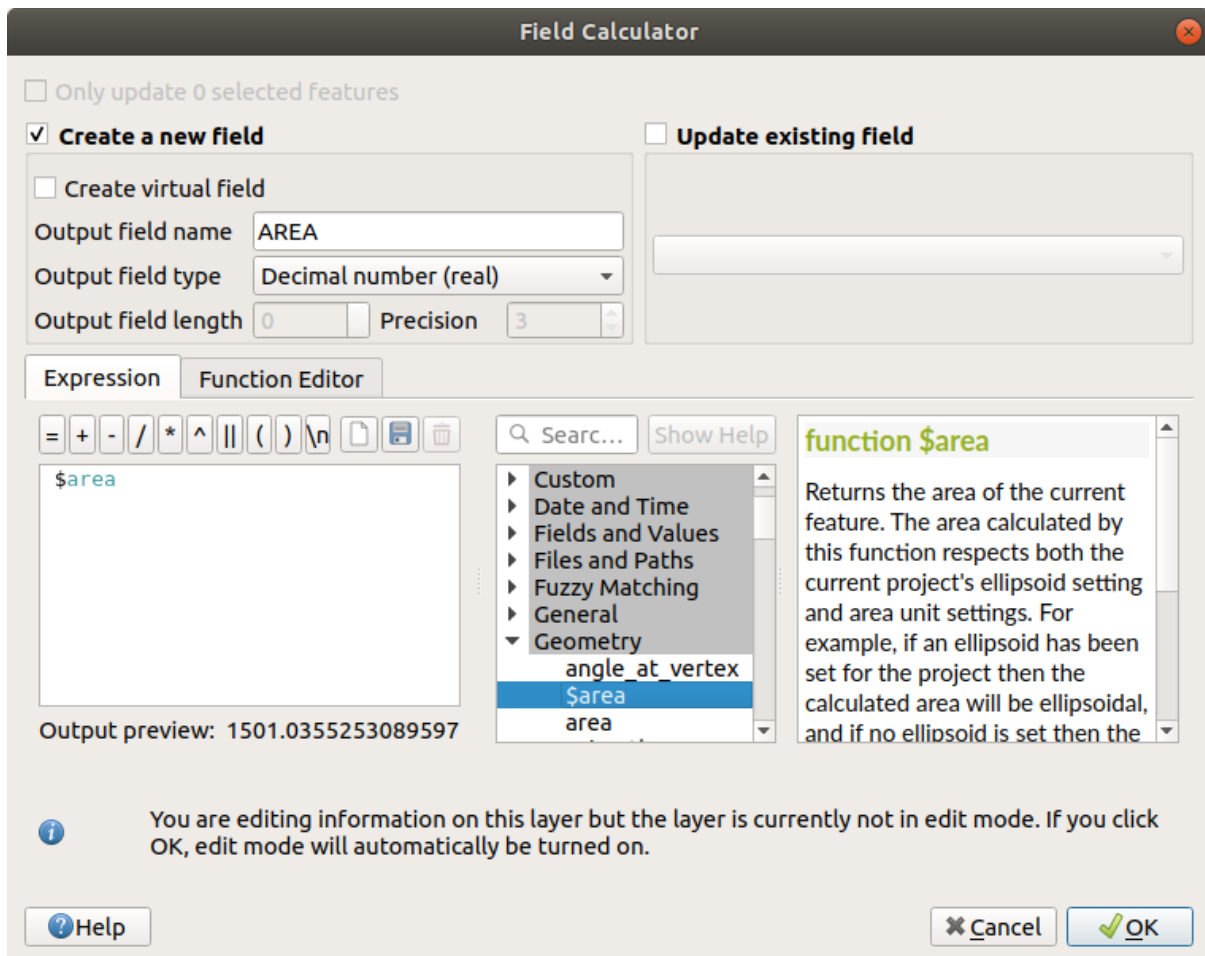
To see which buildings are of the correct size (more than 100 square meters), we need to calculate their size.

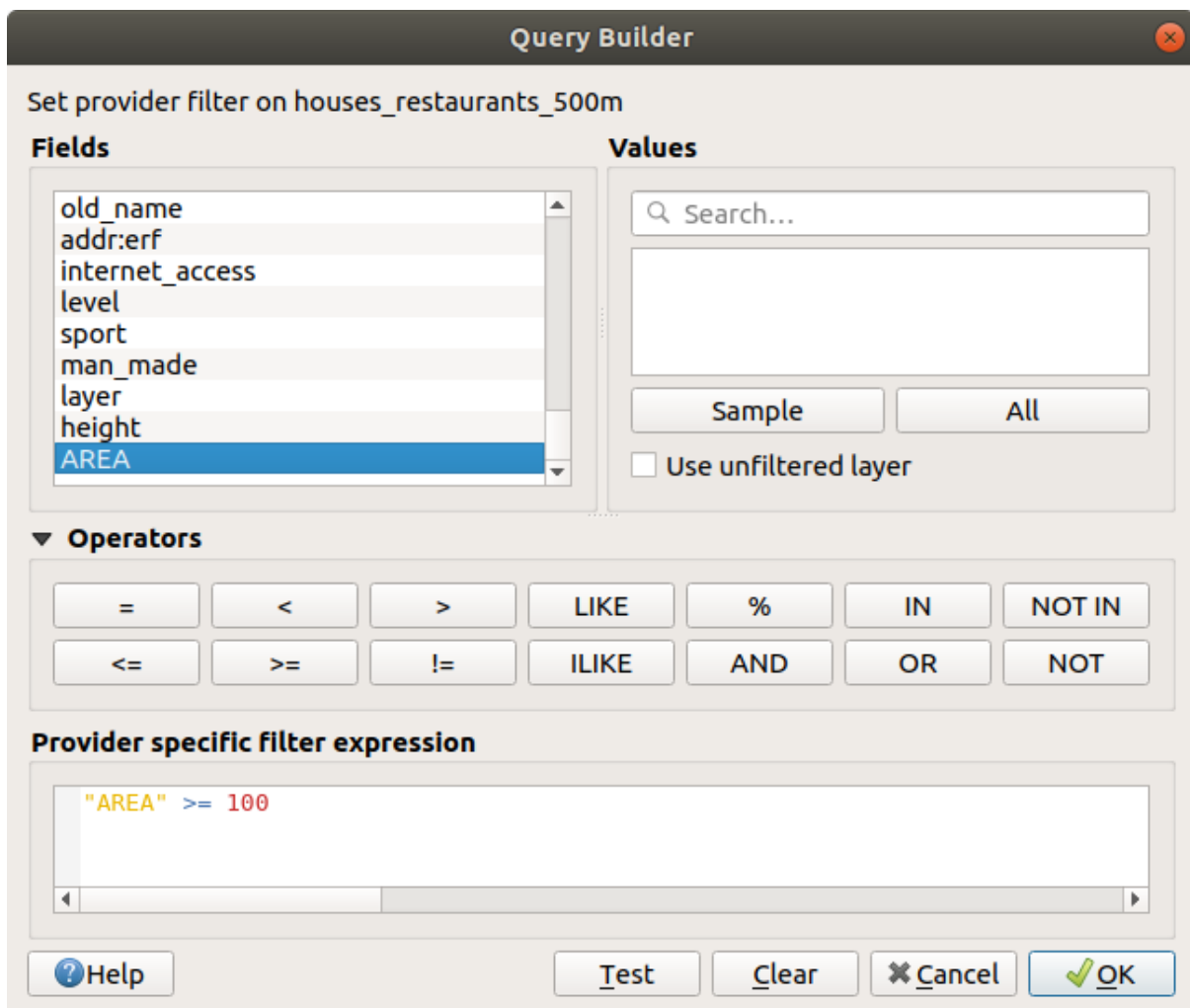
1. Select the *houses\_restaurants\_500m* layer and open the *Field Calculator* by clicking on the  Open Field Calculator button in the main toolbar or in the attribute table window
2. Select *Create a new field*, set the *Output field name* to AREA, choose *Decimal number (real)* as *Output field type*, and choose \$area from the *Geometry* group.

The new field AREA will contain the area of each building in square meters.

3. Click *OK*. The AREA field has been added at the end of the attribute table.
4. Click the  Toggle Editing button to finish editing, and save your edits when prompted.
5. In the *Source* tab of the layer properties, set the *Provider Feature Filter* to "AREA >= 100".
6. Click *OK*.

Your map should now only show you those buildings which match our starting criteria and which are more than 100 square meters in size.





### 6.2.12 |base| Try Yourself

Save your solution as a new layer, using the approach you learned above for doing so. The file should be saved within the same GeoPackage database, with the name `solution`.

### 6.2.13 In Conclusion

Using the GIS problem solving approach together with QGIS vector analysis tools, you were able to solve a problem with multiple criteria quickly and easily.

### 6.2.14 What's Next?

In the next lesson, we will look at how to calculate the shortest distance along roads from one point to another.

## 6.3 Lesson: Network Analysis

Calculating the shortest distance between two points is a common GIS task. Tools for this can be found in the *Processing Toolbox*.

**The goal for this lesson:** learn to use *Network analysis* algorithms.

### 6.3.1 Follow Along: The Tools and the Data

You can find all the network analysis algorithms in the *Processing* [\[?\]](#) *Network Analysis* menu. You can see that there are many tools available:

Open the project `exercise_data/network_analysis/network.qgz`. It contains two layers:

- `network_points`
- `network_lines`

The `network_lines` layer has already a style that helps to understand the road network.

The shortest path tools provide ways to calculate either the shortest or the fastest path between two points of a network, given:

- start and end points selected on the map
- start point selected on the map and end points taken from a point layer
- start points taken from a point layer and end point selected on the map

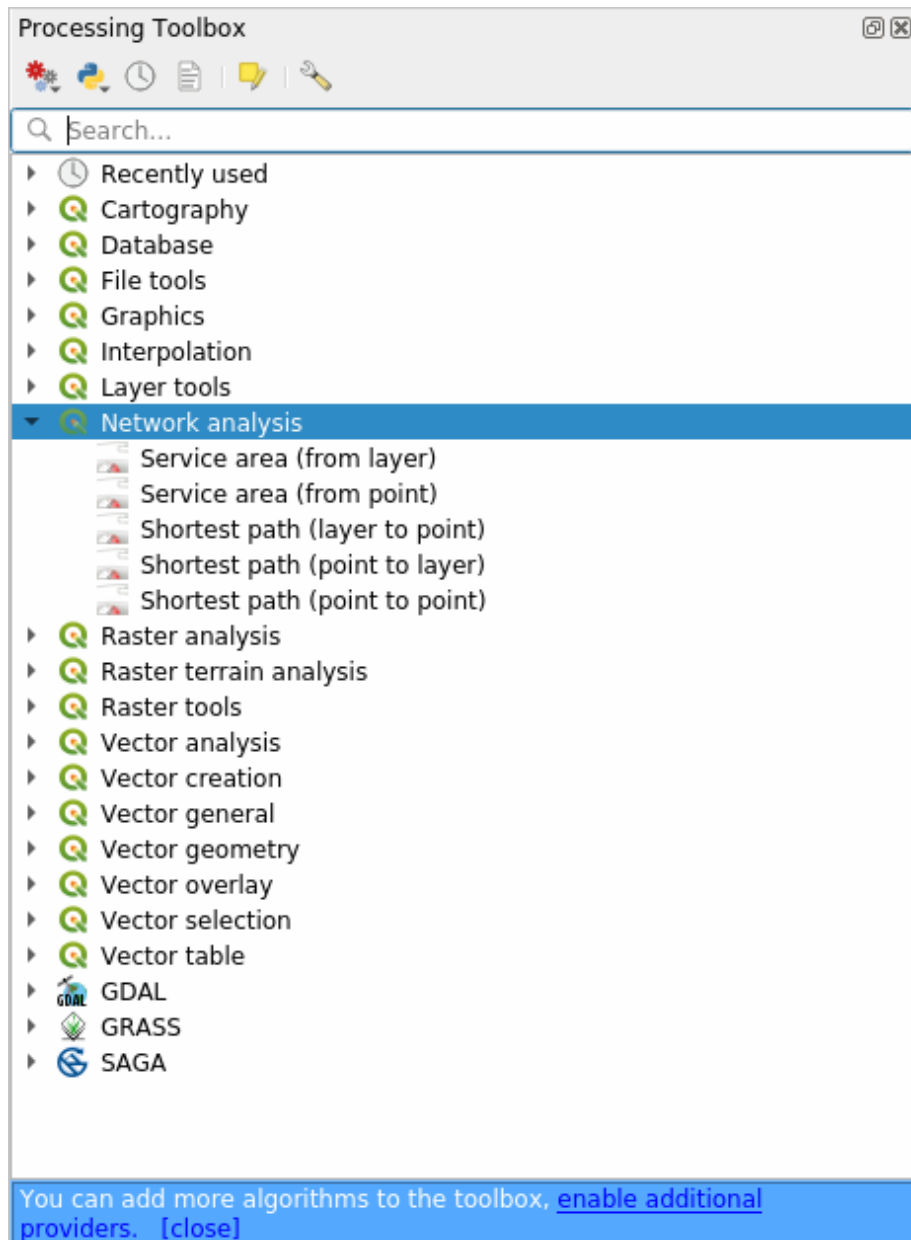
Let's start.

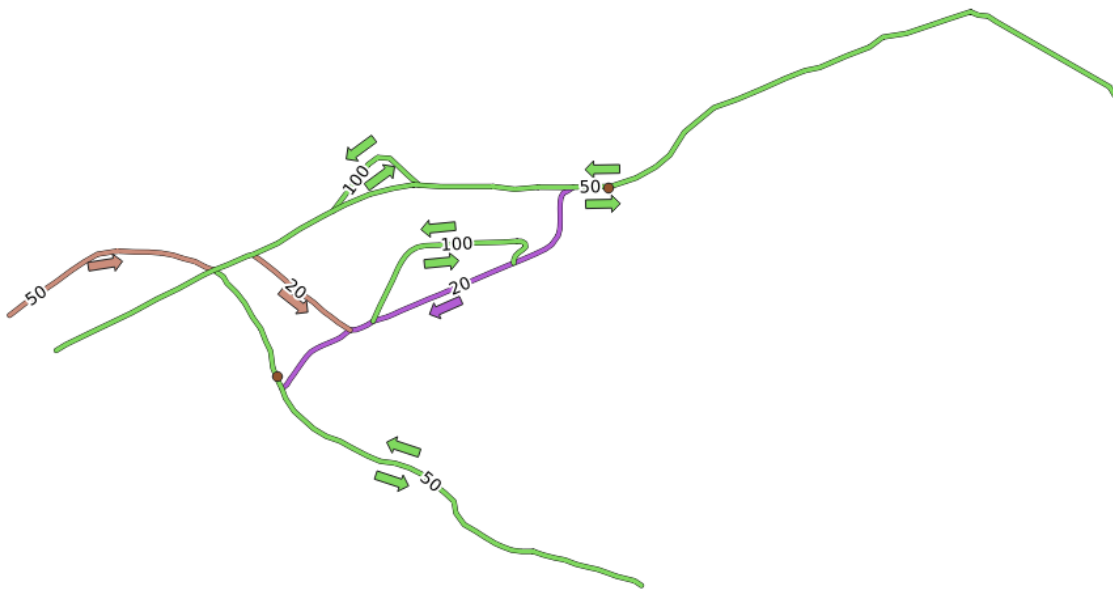
### 6.3.2 Calculate the shortest path (point to point)

The *Network analysis* [\[?\]](#) *Shortest path (point to point)* allows you to calculate the shortest distance between two manually selected points on the map.

In this example we will calculate the **shortest** (not fastest) path between two points.

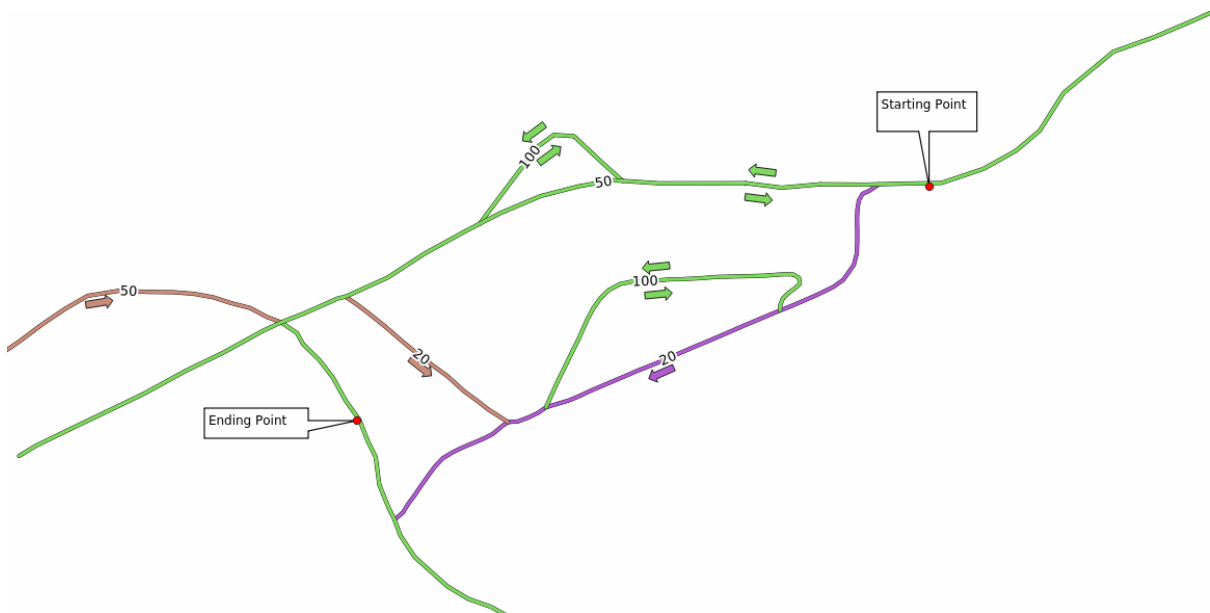
1. Open the *Shortest path (point to point)* algorithm
2. Select `network_lines` for *Vector layer representing network*



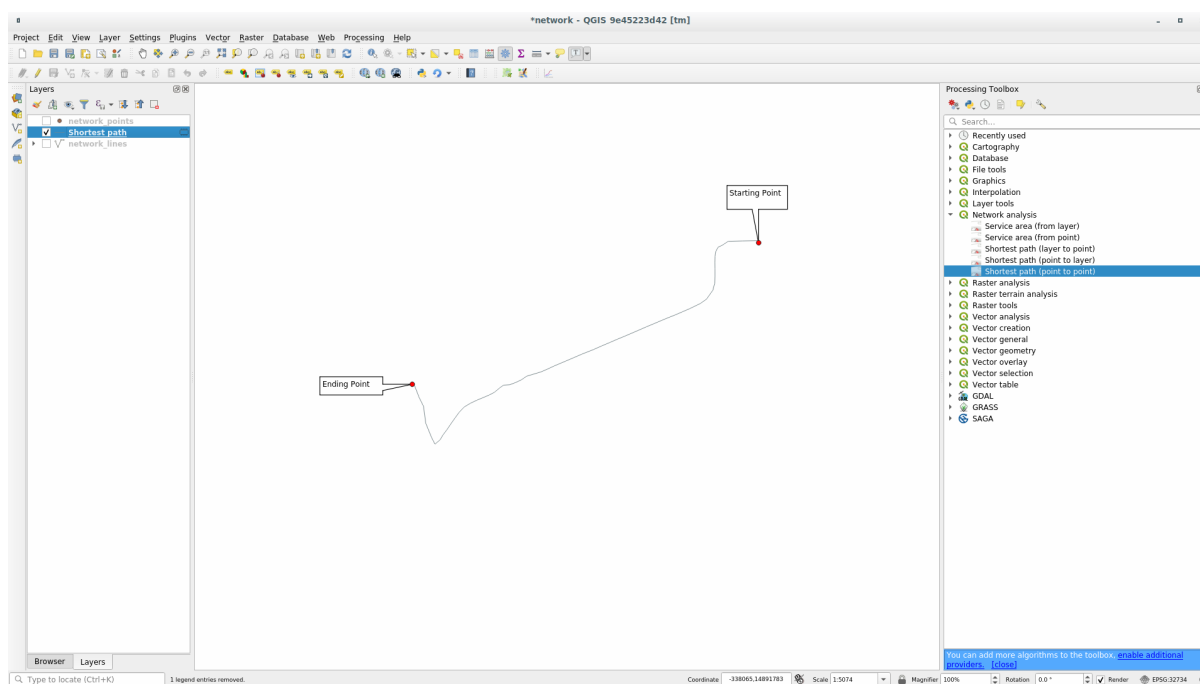
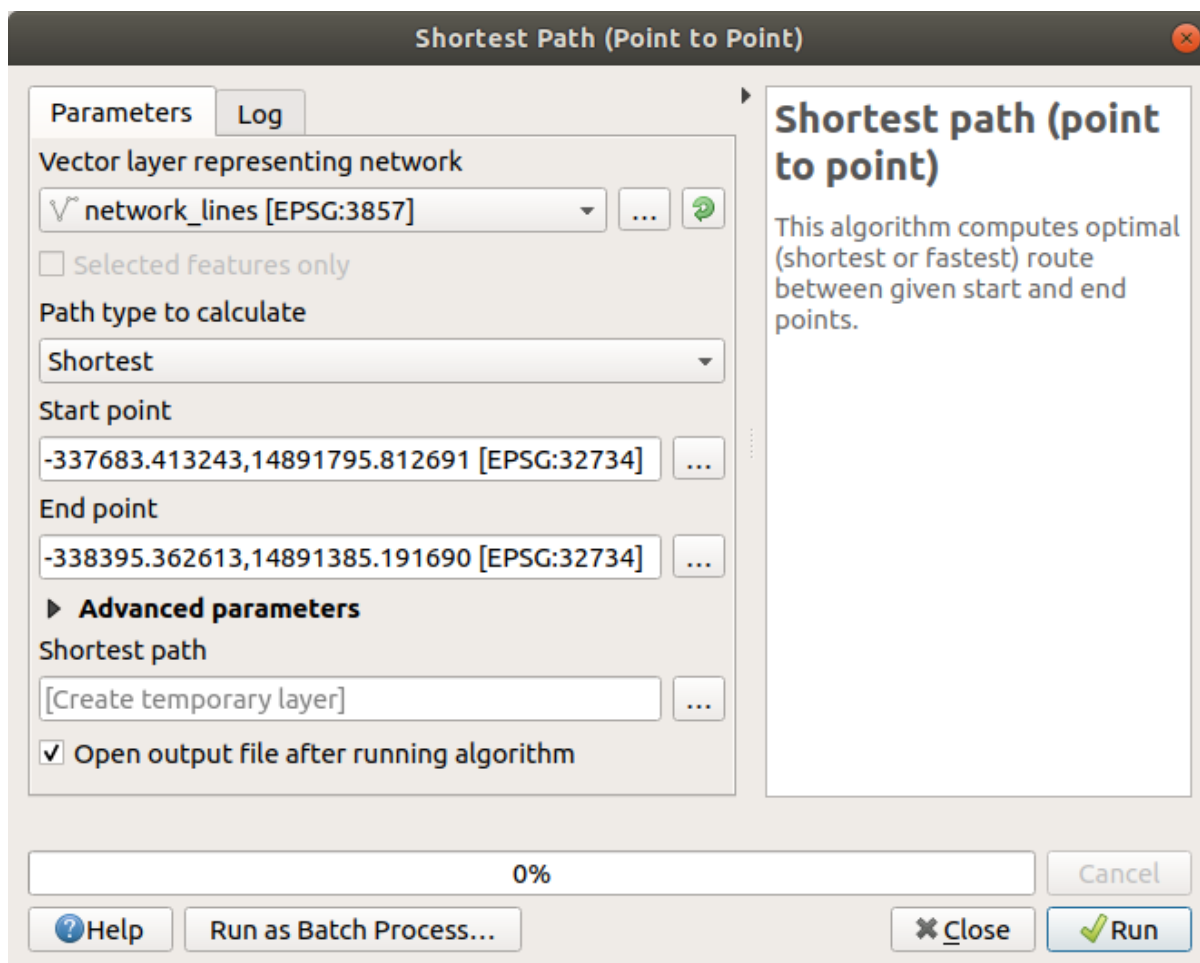


3. Use *Shortest for Path type to calculate*

Use these two points as starting and ending points for the analysis:



4. Click on the ... button next to *Start point (x, y)* and choose the location tagged with *Starting Point* in the picture. The coordinates of the clicked point are added.
5. Do the same thing, but choosing the location tagged with *Ending point* for *End point (x, y)*
6. Click on the *Run* button:
7. A new line layer is created representing the shortest path between the chosen points. Uncheck the *network\_lines* layer to see the result better:
8. Open the attribute table of the output layer. It contains three fields, representing the coordinates of the start and end points and the **cost**.





We chose *Shortest* as *Path type to calculate*, so the **cost** represent the **distance**, in layer units, between the two locations.

In our case, the *shortest* distance between the chosen points is around 1000 meters:

|   | start                       | end                          | cost              |
|---|-----------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1 | 1180615.65735, 5419749.1849 | 1179718.97878, 5419066.15762 | 906,1796167959806 |

Now that you know how to use the tool, feel free to test other locations.

### 6.3.3 Try Yourself Fastest path

With the same data of the previous exercise, try to calculate the fastest path between the two points.

How much time do you need to go from the start to the end point?

*Check your results*


### 6.3.4 Follow Along: Advanced options

Let us explore some more options of the Network Analysis tools. In the *previous exercise* we calculated the **fastest** route between two points. As you can imagine, the time depends on the travel **speed**.

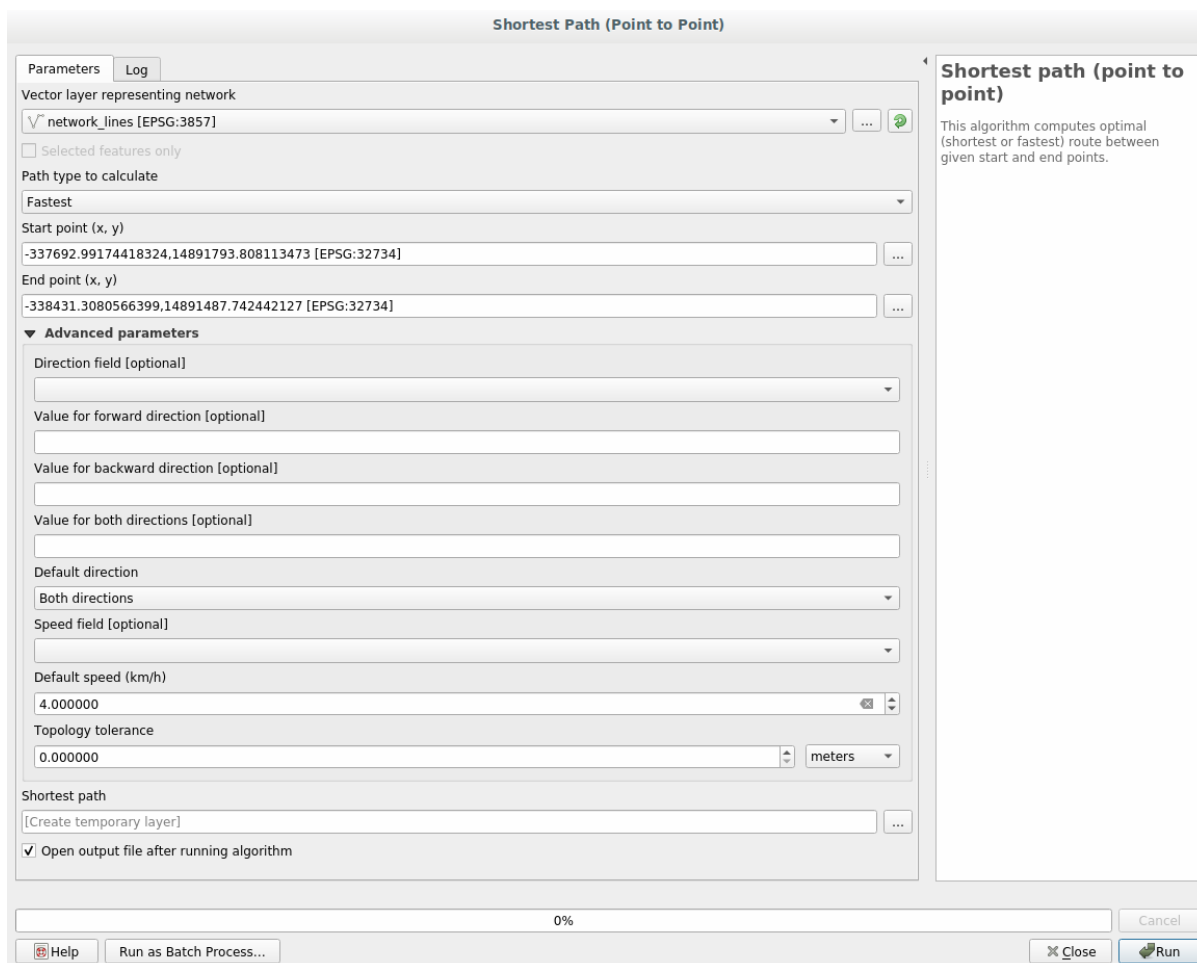
We will use the same layers and starting and ending points of the previous exercises.

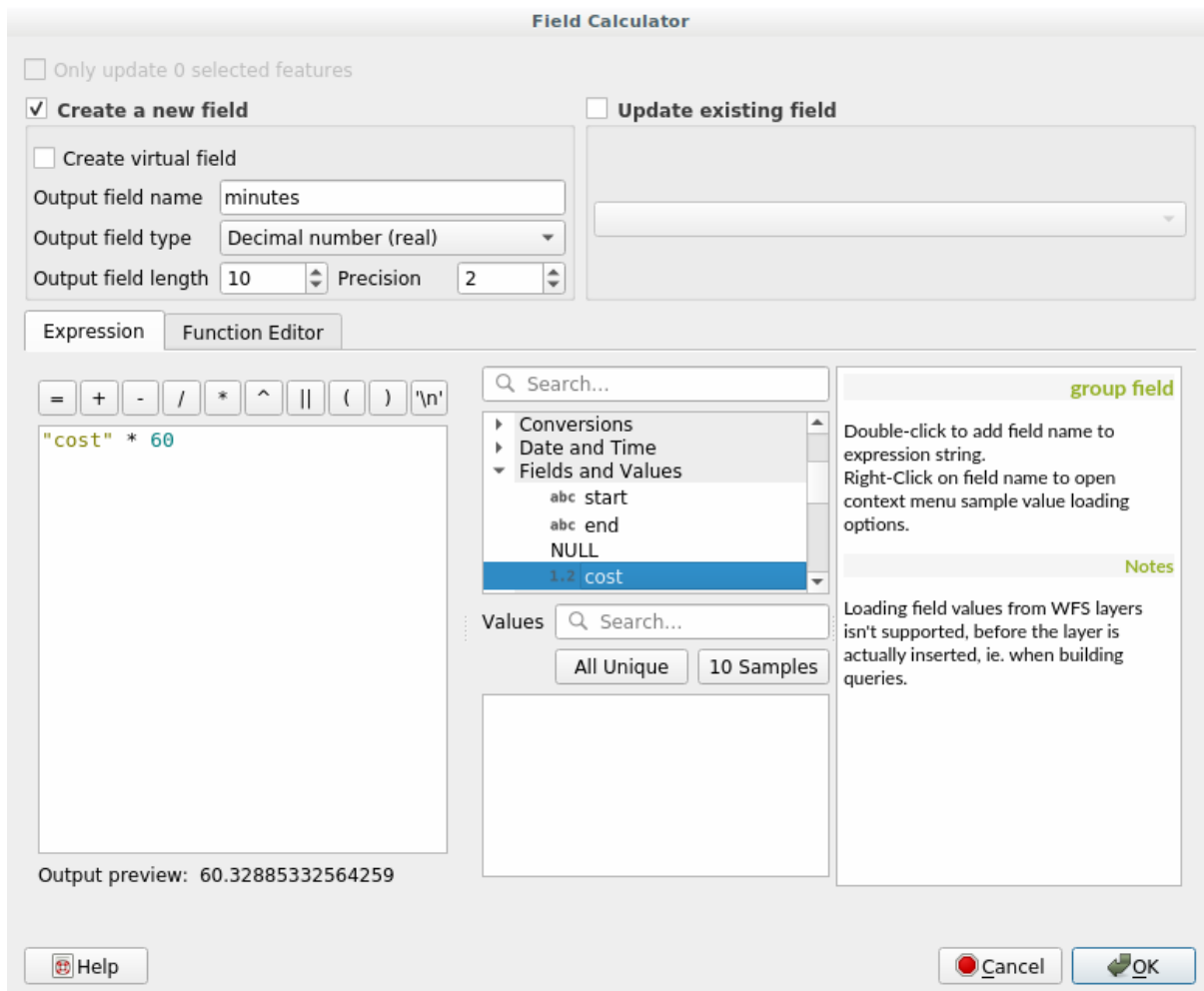
1. Open the *Shortest path (point to point)* algorithm
2. Fill the *Input layer*, *Start point (x, y)* and *End point (x, y)* as we did before
3. Choose *Fastest* as the *Path type to calculate*
4. Open the *Advanced parameter* menu
5. Change the *Default speed (km/h)* from the default 50 value to 4
6. Click on *Run*
7. Once the algorithm is finished, close the dialog and open the attribute table of the output layer.

The *cost* field contains the value according to the speed parameter you have chosen. We can convert the *cost* field from hours with fractions to the more readable *minutes* values.

8. Open the field calculator by clicking on the  icon and add the new field *minutes* by multiplying the *cost* field by 60:

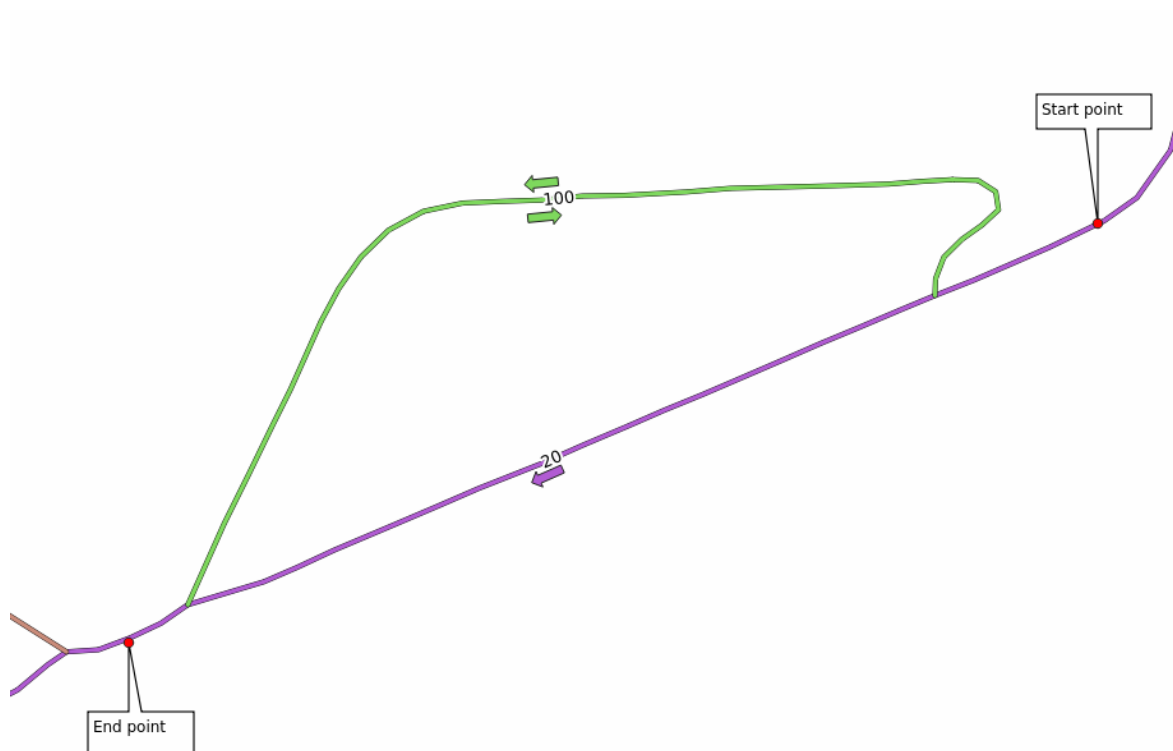
That's it! Now you know how many minutes it will take to get from one point to the other one.







### 6.3.5 Shortest path with speed limit

The Network analysis toolbox has other interesting options. Looking at the following map:

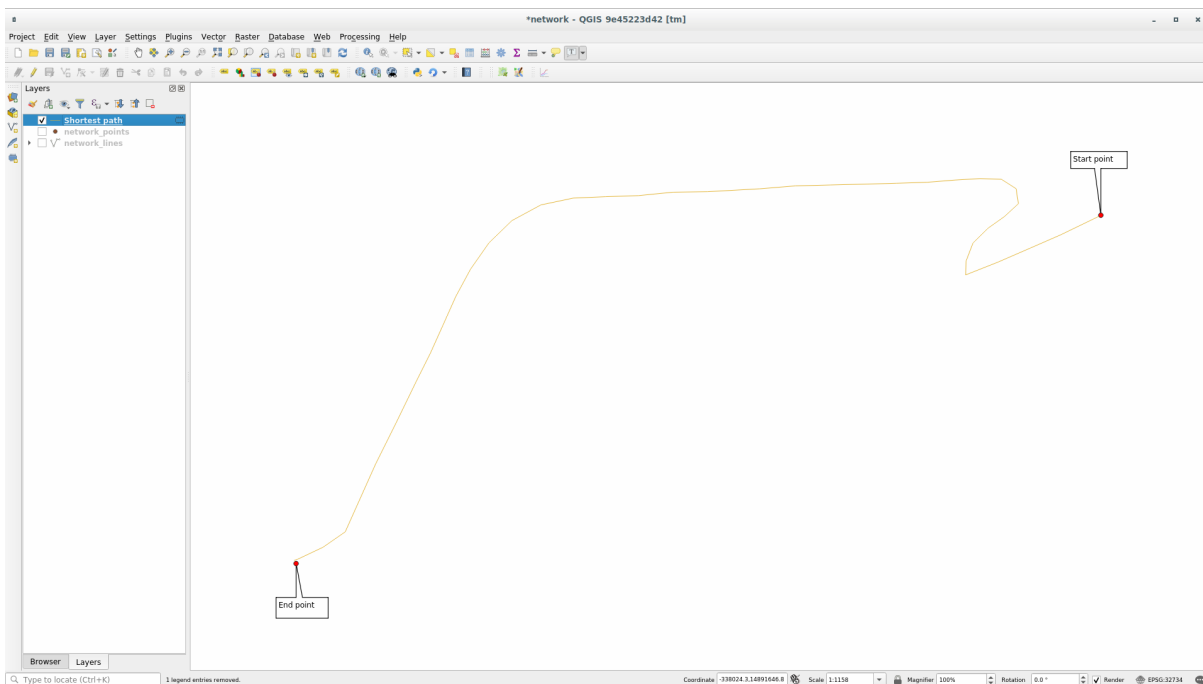
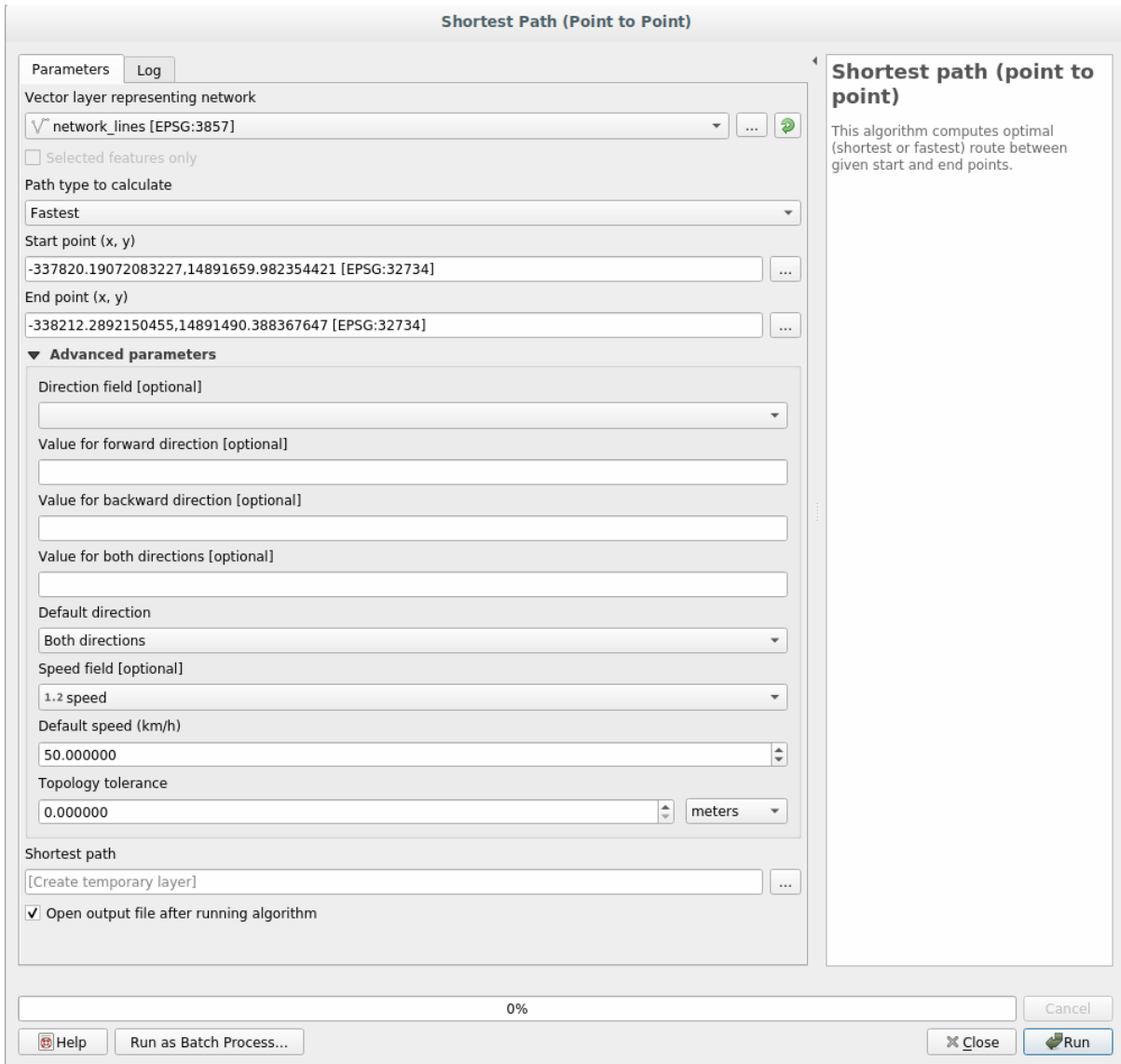


we would like to know the **fastest** route considering the **speed limits** of each road (the labels represent the speed limits in km/h). The shortest path without considering speed limits would of course be the purple path. But in that road the speed limit is 20 km/h, while in the green road you can go at 100 km/h!

As we did in the first exercise, we will use the *Network analysis*  *Shortest path (point to point)* and we will manually choose the start and end points.

1. Open the *Network analysis*  *Shortest path (point to point)* algorithm
2. Select `network_lines` for the *Vector layer representing network* parameter
3. Choose `Fastest` as the *Path type to calculate*
4. Click on the ... button next to the *Start point (x, y)* and choose the start point.
5. Do the same thing for *End point (x, y)*
6. Open the *Advanced parameters* menu
7. Choose the `speed` field as the *Speed Field* parameter. With this option the algorithm will take into account the speed limits for each road.
8. Click on the *Run* button
9. Turn off the `network_lines` layer to better see the result

As you can see the fastest route does not correspond to the shortest one.



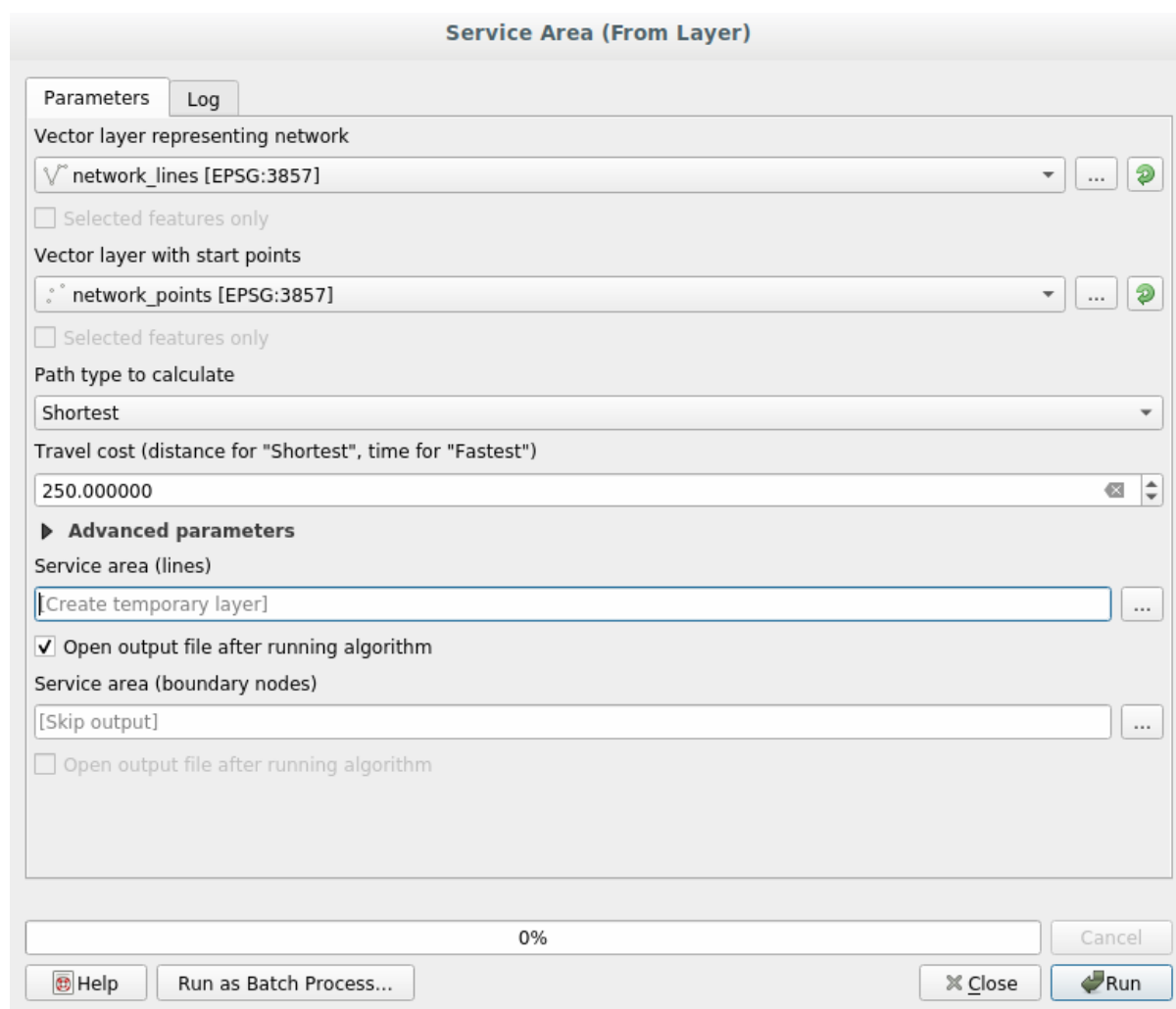
### 6.3.6 Service area (from layer)

The *Network Analysis ▾ Service area (from layer)* algorithm can answer the question: given a point layer, what are all the reachable areas given a distance or a time value?

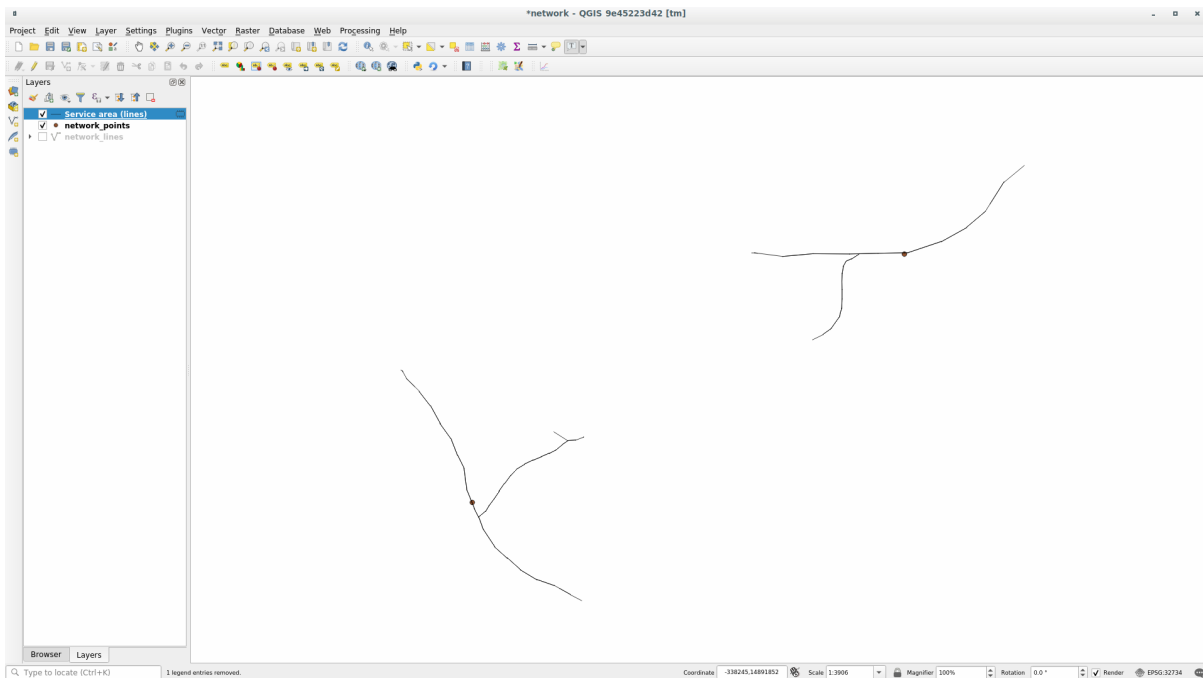
**Nota:** The *Network Analysis ▾ Service area (from point)* is the same algorithm, but it allows you to manually choose the point on the map.

Given a distance of 250 meters we want to know how far we can go on the network from each point of the *network\_points* layer.

1. Uncheck all the layers except *network\_points*
2. Open the *Network Analysis ▾ Service area (from layer)* algorithm
3. Choose *network\_lines* for *Vector layer representing network*
4. Choose *network\_points* for *Vector layer with start points*
5. Choose *Shortest* in *Path type to calculate*
6. Enter 250 for the *Travel cost* parameter
7. Click on *Run* and close the dialog



The output layer represents the maximum path you can reach from the point features given a distance of 250 meters:



Cool isn't it?

### 6.3.7 In Conclusion

Now you know how to use *Network analysis* algorithm to solve shortest and fastest path problems.

We are now ready to perform some spatial statistic on vector layer data. Let's go!

### 6.3.8 What's Next?

Next you'll see how to run spatial statistics algorithms on vector datasets.

## 6.4 Lesson: Spatial Statistics

**Nota:** Lesson developed by Linfiniti and S Motala (Cape Peninsula University of Technology)

Spatial statistics allows you to analyze and understand what is going on in a given vector dataset. QGIS includes many useful tools for statistical analysis.

**The goal for this lesson:** To know how to use QGIS' spatial statistics tools within the *Processing Toolbox*.

## 6.4.1 Follow Along: Create a Test Dataset

We will create a random set of points, to get a dataset to work with.

To do so, you will need a polygon dataset to define the area you want to create the points in.


We will use the area covered by streets.

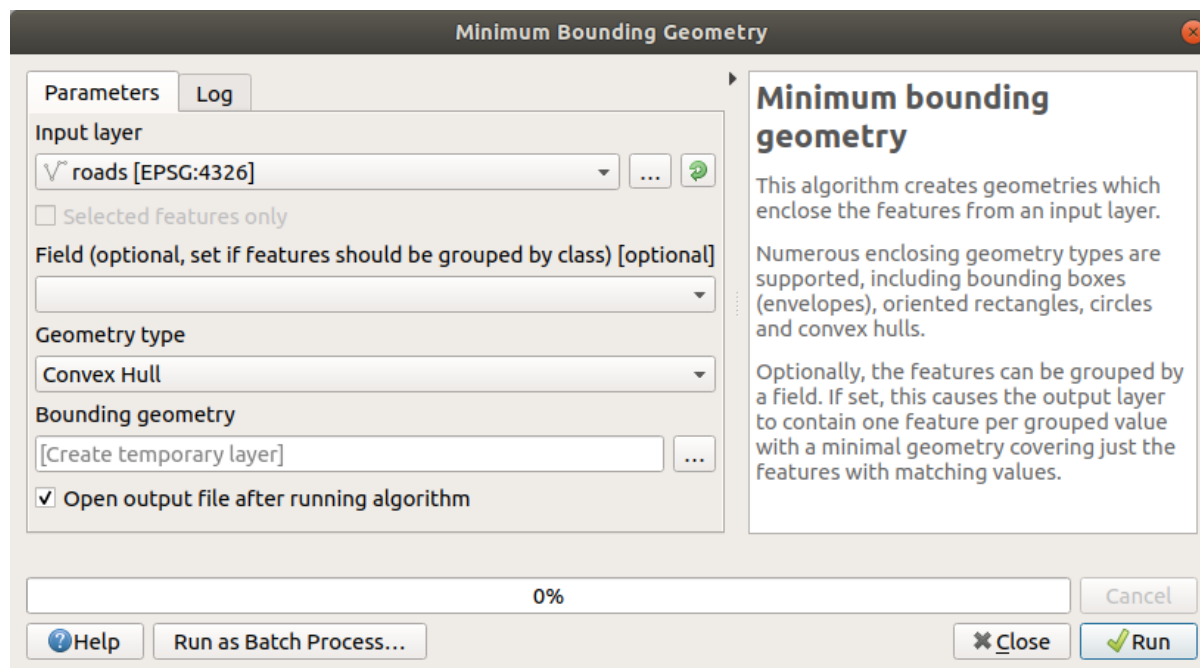
1. Start a new project
2. Add your roads dataset, as well as `srtm_41_19` (elevation data) found in `exercise_data/raster/SRTM/`.

---

**Nota:** You might find that the SRTM DEM layer has a different CRS to that of the roads layer. QGIS is reprojecting both layers in a single CRS. For the following exercises this difference does not matter, but feel free to reproject (as shown earlier in this module).


---

3. Open *Processing* toolbox
4. Use the *Vector Geometry*  *Minimum bounding geometry* tool to generate an area enclosing all the roads by selecting `Convex Hull` as the *Geometry Type*:



As you know, if you don't specify the output, *Processing* creates temporary layers. It is up to you to save the layers immediately or at a later stage.

### Creating random points

- Create 100 random points in this area using the tool at *Vector Creation*  *Random points in layer bounds*, with a minimum distance of 0.0:

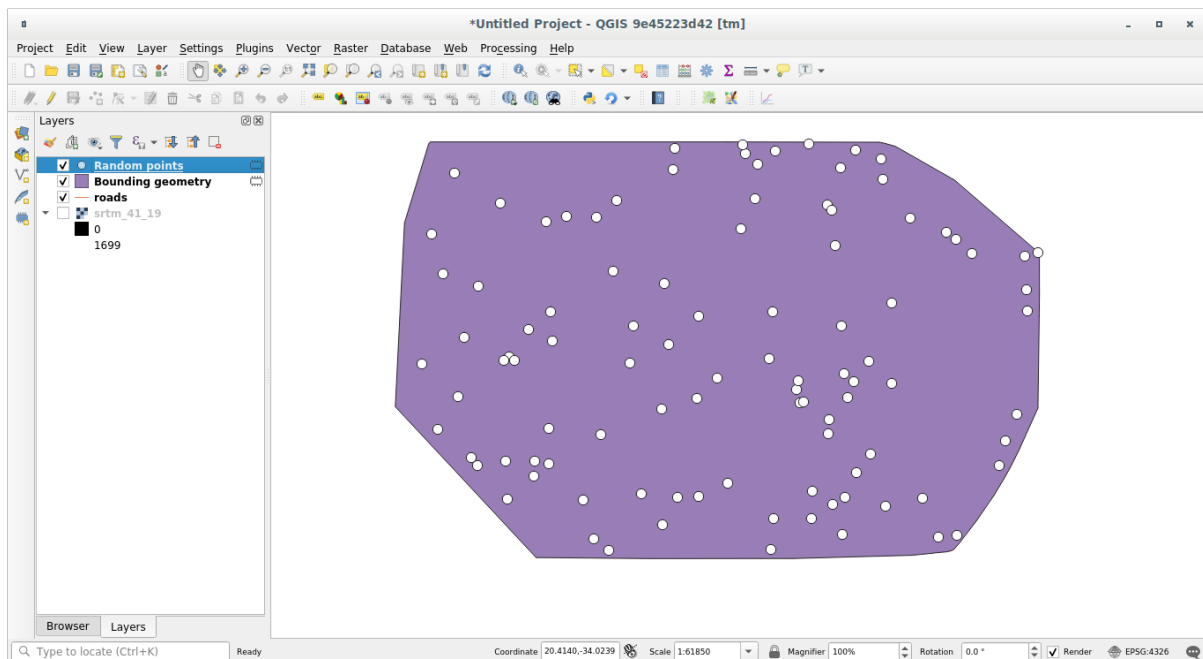
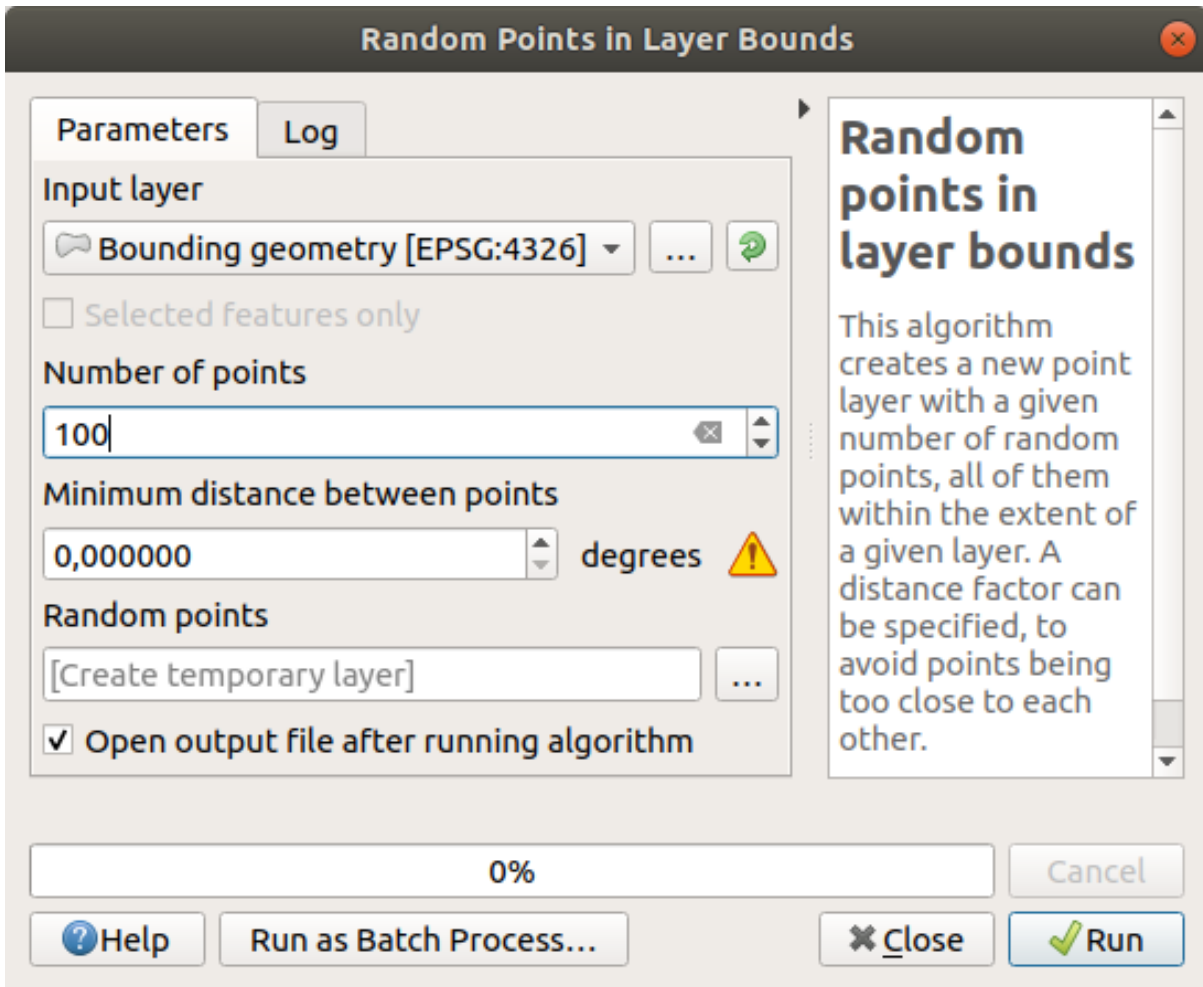
---

**Nota:** The yellow warning sign tells you that that parameter concerns distances. The *Bounding geometry* layer is in a Geographical Coordinate System and the algorithm is just reminding you this. For this example we won't use this parameter so you can ignore it.

---

If needed, move the generated random point to the top of the legend to see them better:

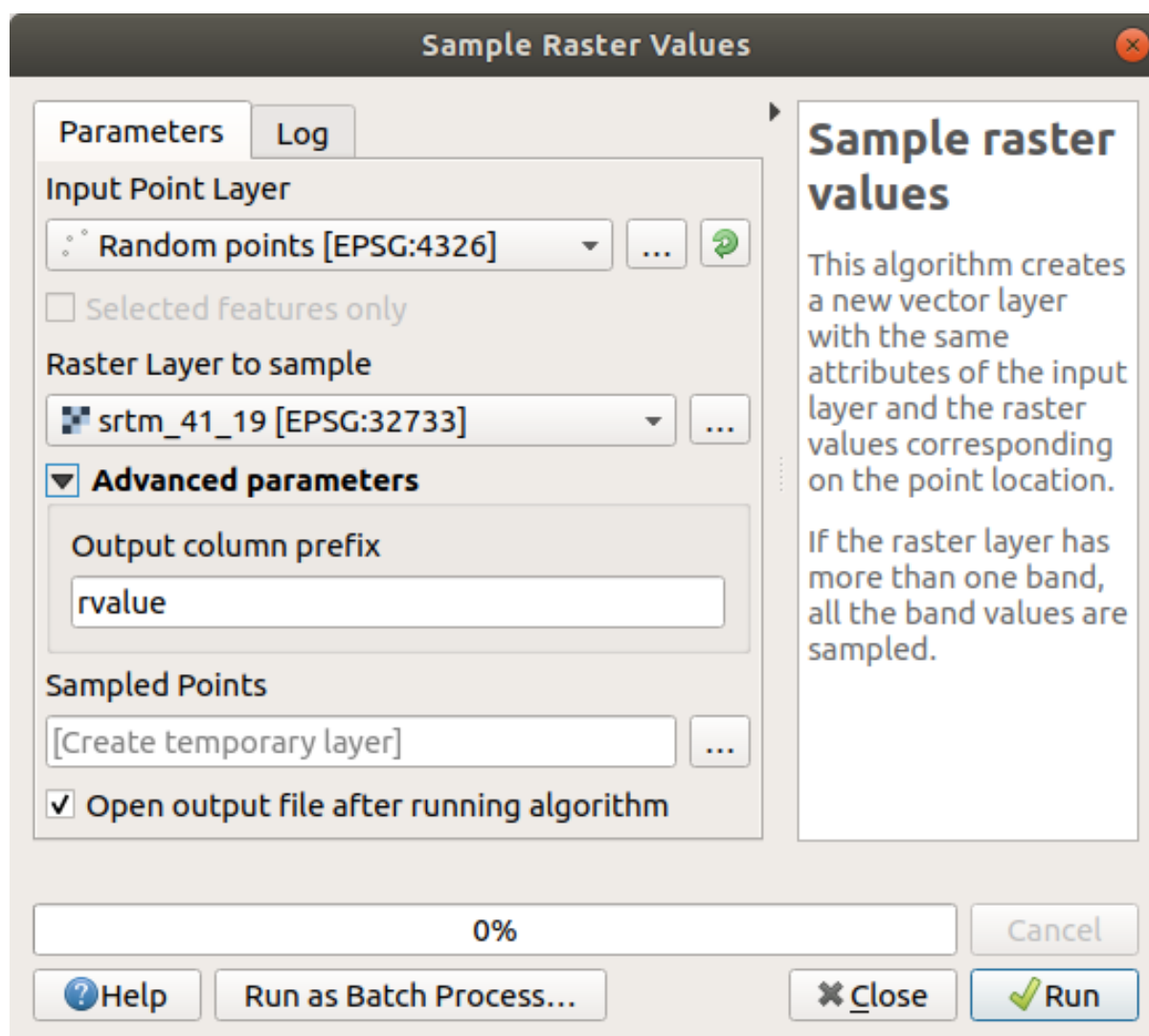




## Sampling the data

To create a sample dataset from the raster, you'll need to use the *Raster Analysis* [Sample raster values](#) algorithm. This tool samples the raster at the locations of the points and adds the raster values in new field(s) depending on the number of bands in the raster.

1. Open the *Sample raster values* algorithm dialog
2. Select `Random_points` as the layer containing sampling points, and the SRTM raster as the band to get values from. The default name of the new field is `rvalue_N`, where N is the number of the raster band. You can change the name of the prefix if you want.



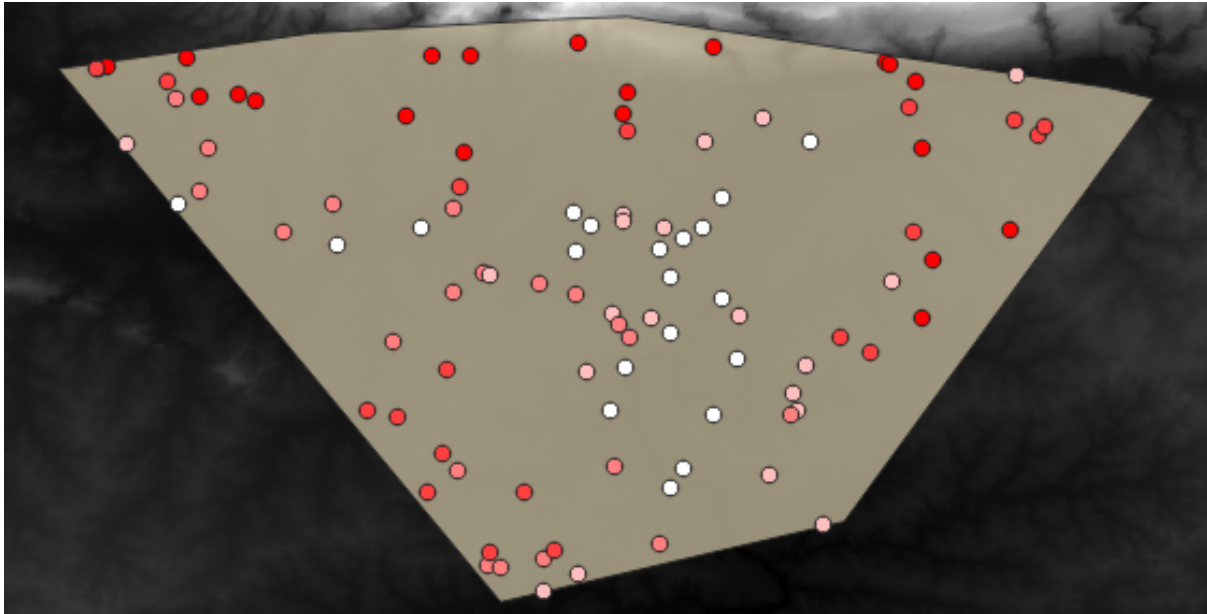
3. Press *Run*

Now you can check the sampled data from the raster file in the attribute table of the `Sampled Points` layer. They will be in a new field with the name you have chosen.

A possible sample layer is shown here:


The sample points are classified using the `rvalue_1` field such that red points are at a higher altitude.

You will be using this sample layer for the rest of the statistical exercises.



### 6.4.2 Follow Along: Basic Statistics

Now get the basic statistics for this layer.

1. Click on the  Show statistical summary icon in the *Attributes Toolbar*. A new panel will pop up.
2. In the dialog that appears, specify the `Sampled Points` layer as the source.
3. Select the `rvalue_1` field in the field combo box. This is the field you will calculate statistics for.
4. The *Statistics Panel* will be automatically updated with the calculated statistics:

---

**Nota:** You can copy the values by clicking on the  Copy Statistics To Clipboard button and paste the results into a spreadsheet.

---

5. Close the *Statistics Panel* when done

Many different statistics are available:

**Conteggio** The number of samples/values.

**Somma** The values added together.

**Media** The mean (average) value is simply the sum of the values divided by the number of values.

**Median** If you arrange all the values from smallest to greatest, the middle value (or the average of the two middle values, if N is an even number) is the median of the values.

**St Dev (pop)** The standard deviation. Gives an indication of how closely the values are clustered around the mean. The smaller the standard deviation, the closer values tend to be to the mean.

**Minimum** The minimum value.

**Maximum** The maximum value.

**Intervallo** The difference between the minimum and maximum values.

**Q1** First quartile of the data.

**Q3** Third quartile of the data.

**Missing (null) values** The number of missing values.

The screenshot shows the QGIS Statistics panel for a layer named 'Sampled Points'. The field selected for analysis is '1.2 rvalue\_1'. The panel displays a table of various statistical measures and their corresponding values.

| Statistic             | Value   |
|-----------------------|---------|
| Count                 | 100     |
| Sum                   | 14148   |
| Mean                  | 141.48  |
| Median                | 122.5   |
| St dev (pop)          | 89.4792 |
| St dev (sample)       | 89.93   |
| Minimum               | 18      |
| Maximum               | 737     |
| Range                 | 719     |
| Minority              | 18      |
| Majority              | 120     |
| Variety               | 78      |
| Q1                    | 97      |
| Q3                    | 163.5   |
| IQR                   | 66.5    |
| Missing (null) values | 0       |

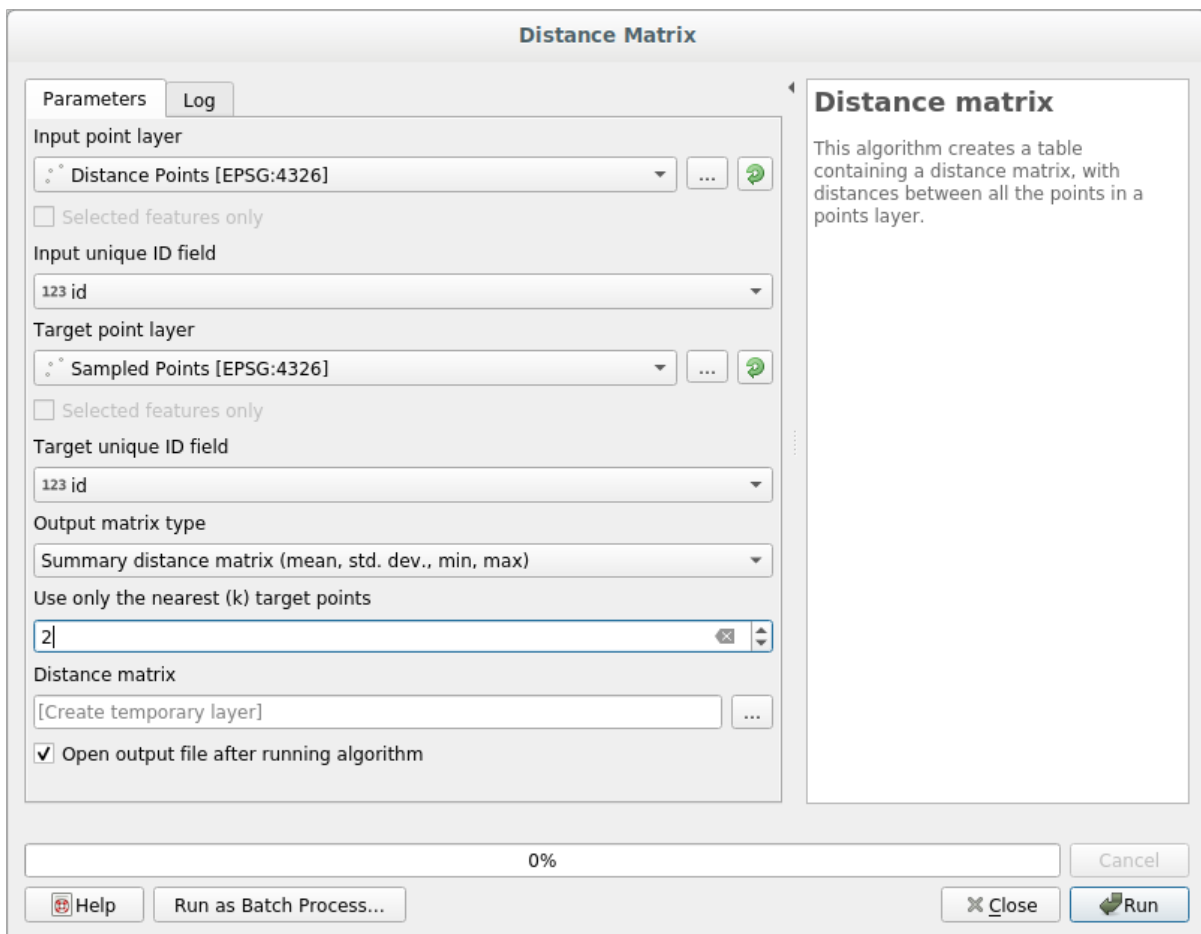
Below the table, there is a checkbox for 'Selected features only' which is currently unchecked. At the bottom of the panel, there are three tabs: 'Statistics' (selected), 'Layers', and 'Browser'. A search bar at the very bottom contains the text 'Type to locate (Ctrl+K)'.

### 6.4.3 Follow Along: Compute statistics on distances between points

1. Create a new temporary point layer.
2. Enter edit mode, and digitize three points somewhere among the other points.  
Alternatively, use the same random point generation method as before, but specify only **three** points.
3. Save your new layer as *distance\_points* in the format you prefer.

To generate statistics on the distances between points in the two layers:

1. Open the *Vector Analysis* [Distance matrix](#) tool.
2. Select the *distance\_points* layer as the input layer, and the *Sampled Points* layer as the target layer.
3. Set it up like this:



4. If you want you can save the output layer as a file or just run the algorithm and save the temporary output layer later.
5. Click *Run* to generate the distance matrix layer.
6. Open the attribute table of the generated layer: values refer to the distances between the *distance\_points* features and their two nearest points in the *Sampled Points* layer:

With these parameters, the *Distance Matrix* tool calculates distance statistics for each point of the input layer with respect to the nearest points of the target layer. The fields of the output layer contain the mean, standard deviation, minimum and maximum for the distances to the nearest neighbors of the points in the input layer.

| InputID | MEAN       | STDDEV    | MIN       | MAX        |
|---------|------------|-----------|-----------|------------|
| 1       | 401.87013  | 235.74757 | 166.12256 | 637.61770  |
| 2       | 653.19728  | 229.72430 | 423.47299 | 882.92158  |
| 3       | 1005.87036 | 296.03133 | 709.83903 | 1301.90169 |

### 6.4.4 Follow Along: Nearest Neighbor Analysis (within layer)

To do a nearest neighbor analysis of a point layer:

1. Choose *Vector analysis* [\[?\]](#) *Nearest neighbor analysis*.
2. In the dialog that appears, select the *Random points* layer and click *Run*.
3. The results will appear in the Processing *Result Viewer* Panel.
4. Click on the blue link to open the `html` page with the results:

### 6.4.5 Follow Along: Mean Coordinates

To get the mean coordinates of a dataset:

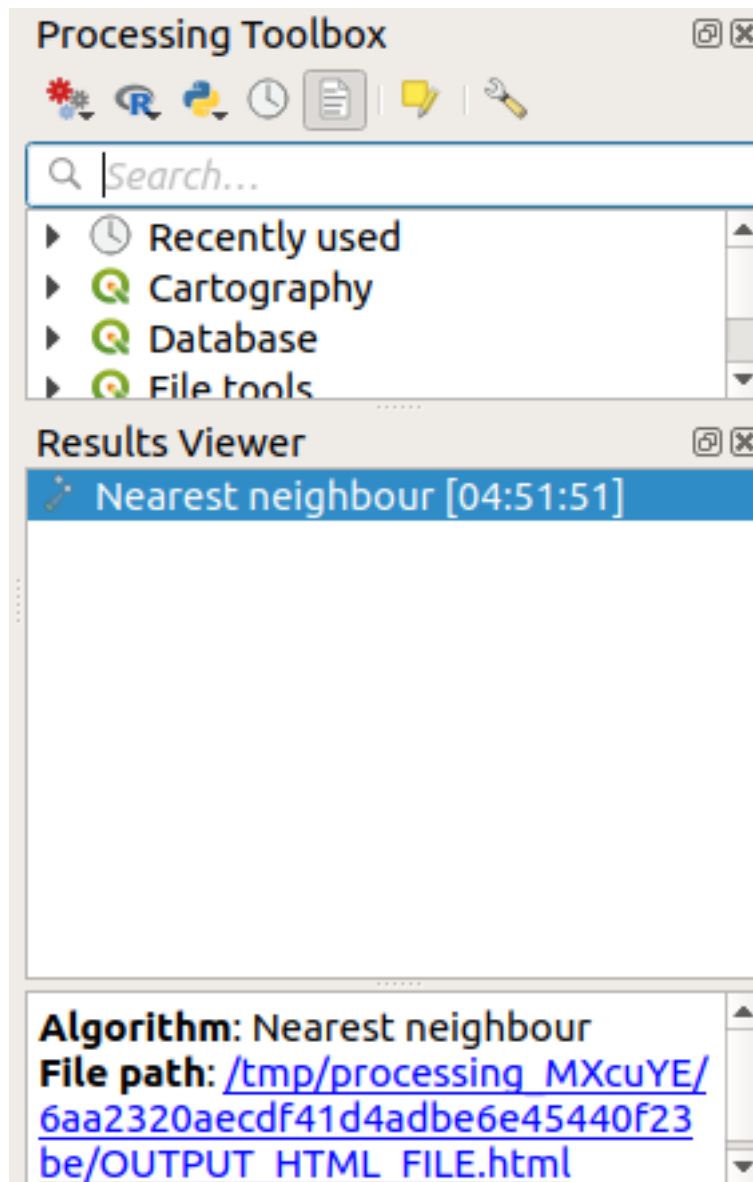
1. Start *Vector analysis* [\[?\]](#) *Mean coordinate(s)*
2. In the dialog that appears, specify *Random points* as *Input layer*, and leave the optional choices unchanged.
3. Click *Run*.

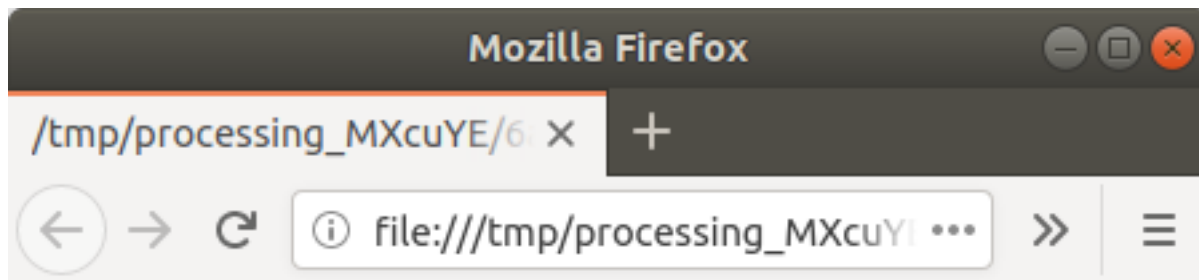
Let us compare this to the central coordinate of the polygon that was used to create the random sample.

1. Start *Vector geometry* [\[?\]](#) *Centroids*
2. In the dialog that appears, select *Bounding geometry* as the input layer.

As you can see, the mean coordinates (pink point) and the center of the study area (in green) don't necessarily coincide.

The centroid is the barycenter of the layer (the barycenter of a square is the center of the square) while the mean coordinates represent the average of all node coordinates.





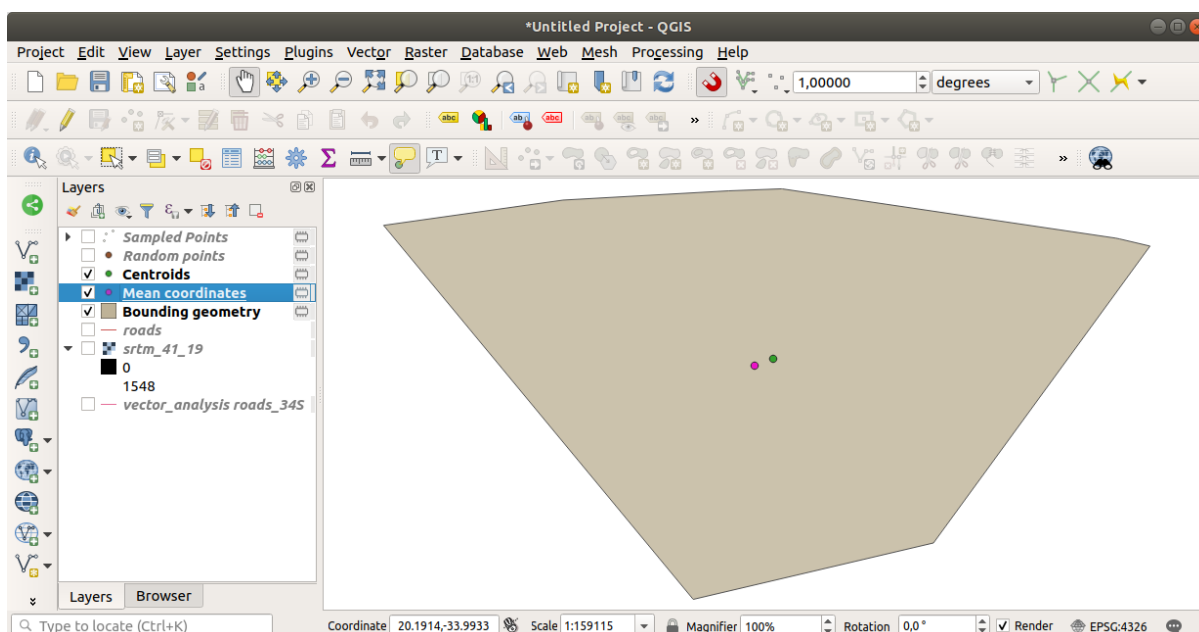
Observed mean distance: 1408.03338044153

Expected mean distance: 0.01577808561

Nearest neighbour index: 89239.81118148957

Number of points: 100

Z-Score: 1707201.00974689284

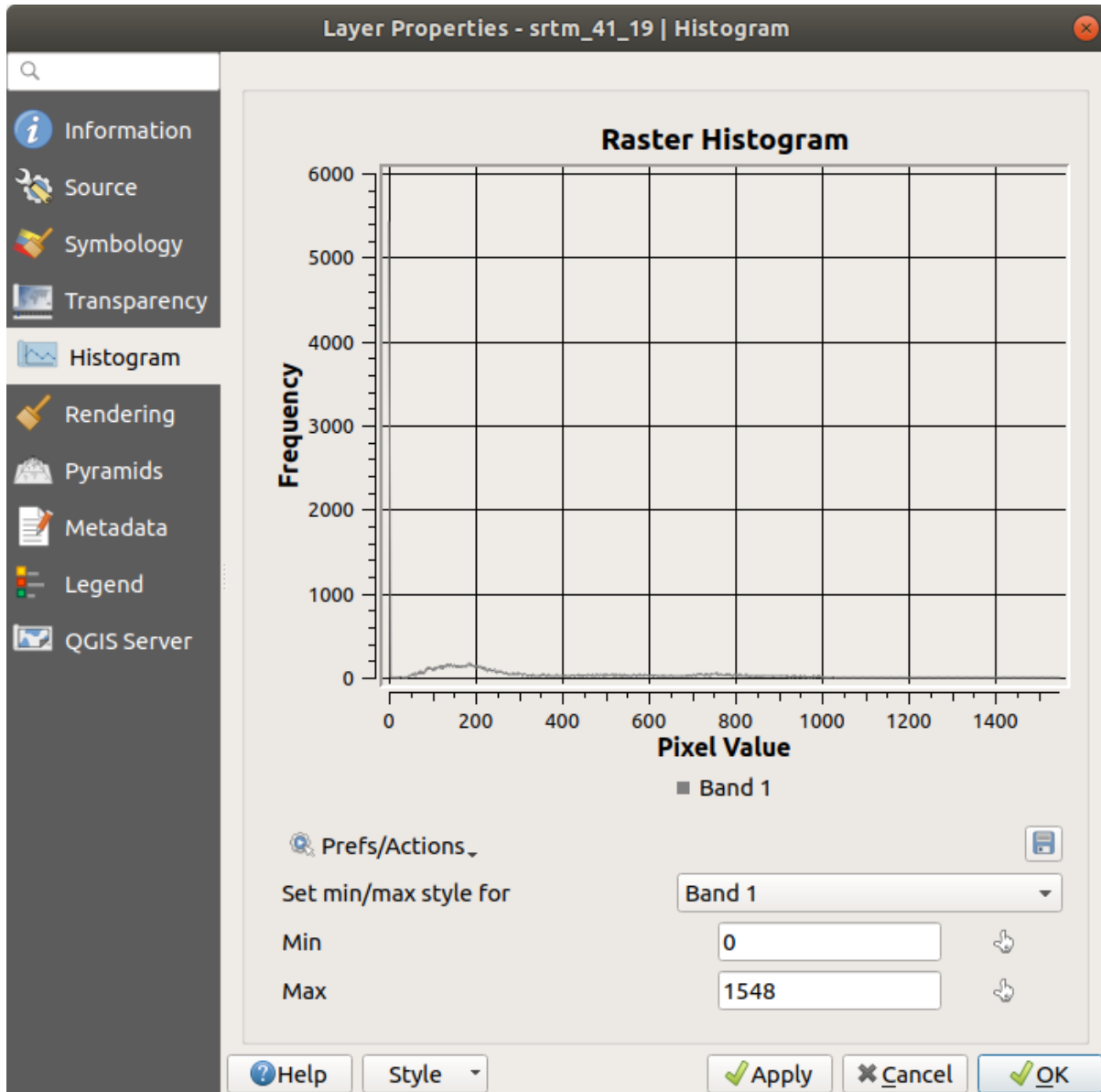





## 6.4.6 Follow Along: Image Histograms

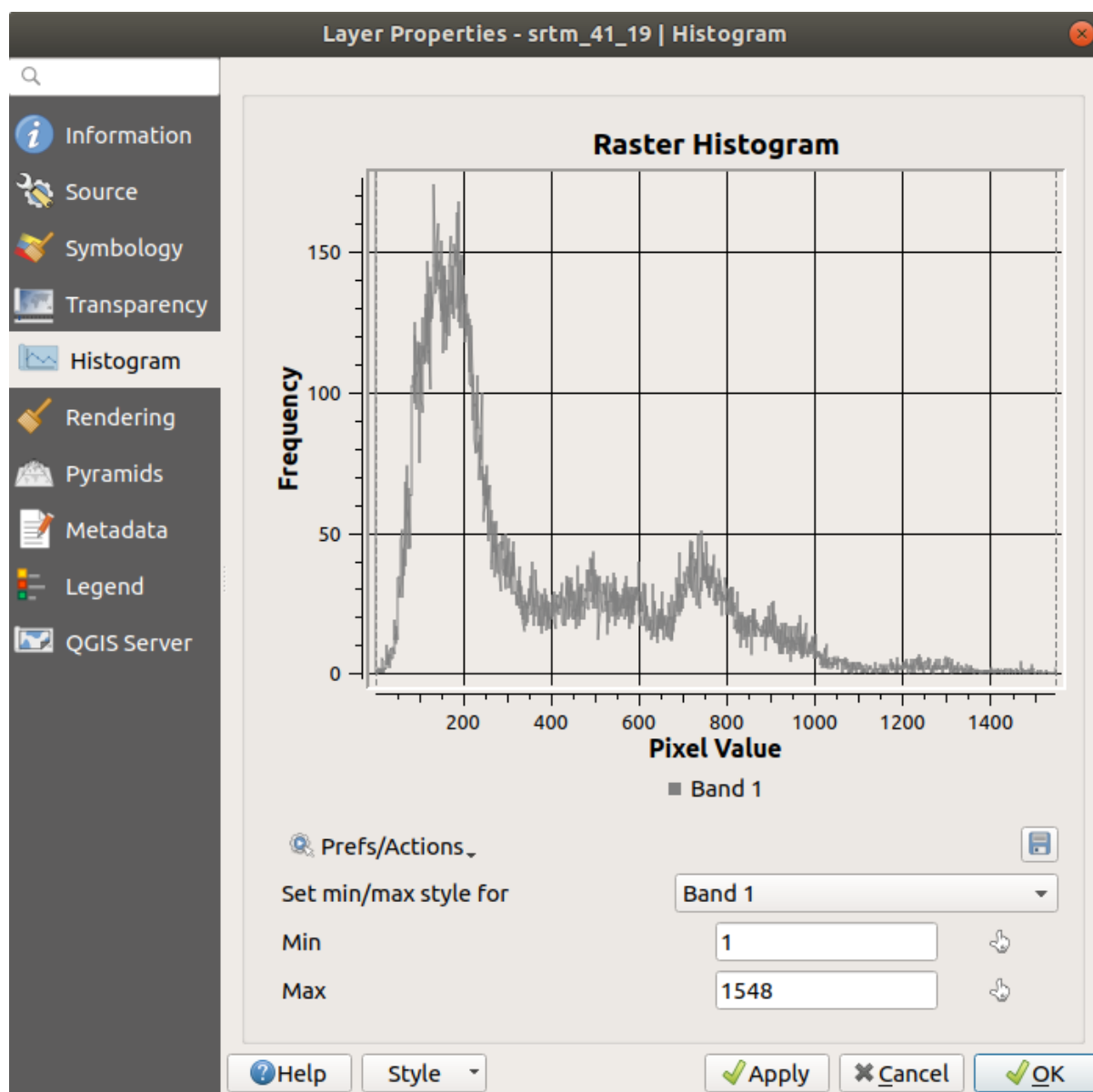
The histogram of a dataset shows the distribution of its values. The simplest way to demonstrate this in QGIS is via the image histogram, available in the *Layer Properties* dialog of any image layer (raster dataset).

1. In your *Layers* panel, right-click on the `srtm_41_19` layer
2. Select *Properties*
3. Choose the *Histogram* tab. You may need to click on the *Compute Histogram* button to generate the graphic. You will see a graph that shows the frequency distribution for the raster values.




4. The graph can be exported as an image with the  *Save plot* button
5. You can see more detailed information about the layer in the *Information* tab (the mean and max values are estimated, and may not be exact).

The mean value is 332.8 (estimated to 324.3), and the maximum value is 1699 (estimated to 1548)! You can zoom in the histogram. Since there are a lot of pixels with value 0, the histogram looks compressed vertically. By zooming in to cover everything but the peak at 0, you will see more details:



---

**Nota:** If the mean and maximum values are not the same as above, it can be due to the min/max value calculation. Open the *Symbology* tab and expand the *Min / Max Value Settings* menu. Choose  *Min / max* and click on *Apply*.

---

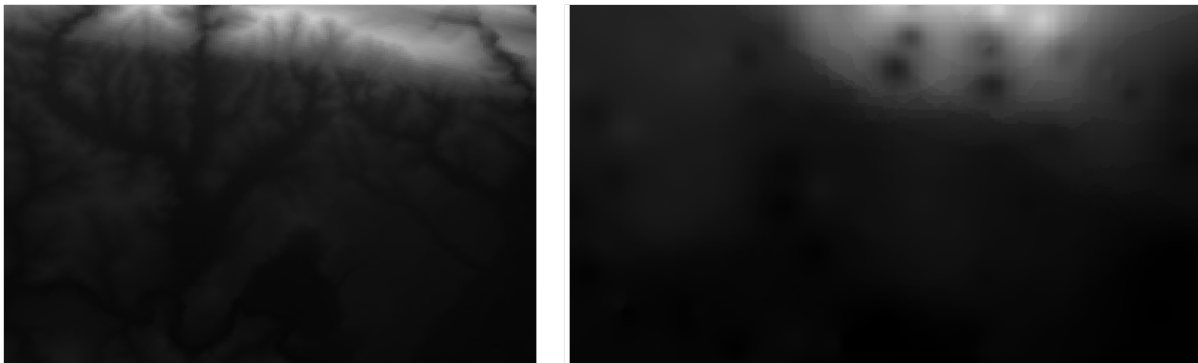
Keep in mind that a histogram shows you the distribution of values, and not all values are necessarily visible on the graph.

### 6.4.7 Follow Along: Spatial Interpolation

Let's say you have a collection of sample points from which you would like to extrapolate data. For example, you might have access to the *Sampled points* dataset we created earlier, and would like to have some idea of what the terrain looks like.

1. To start, launch the *GDAL ▾ Raster analysis ▾ Grid (IDW with nearest neighbor searching)* tool in the *Processing Toolbox*.
2. For *Point layer* select *Sampled points*
3. Set *Weighting power* to 5.0
4. In *Advanced parameters*, set *Z value from field* to `rvalue_1`
5. Finally click on *Run* and wait until the processing ends
6. Close the dialog

Here is a comparison of the original dataset (left) to the one constructed from our sample points (right). Yours may look different due to the random nature of the location of the sample points.



As you can see, 100 sample points aren't really enough to get a detailed impression of the terrain. It gives a very general idea, but it can be misleading as well.

### 6.4.8 Try Yourself Different interpolation methods

1. Use the processes shown above to create a set of 10 000 random points

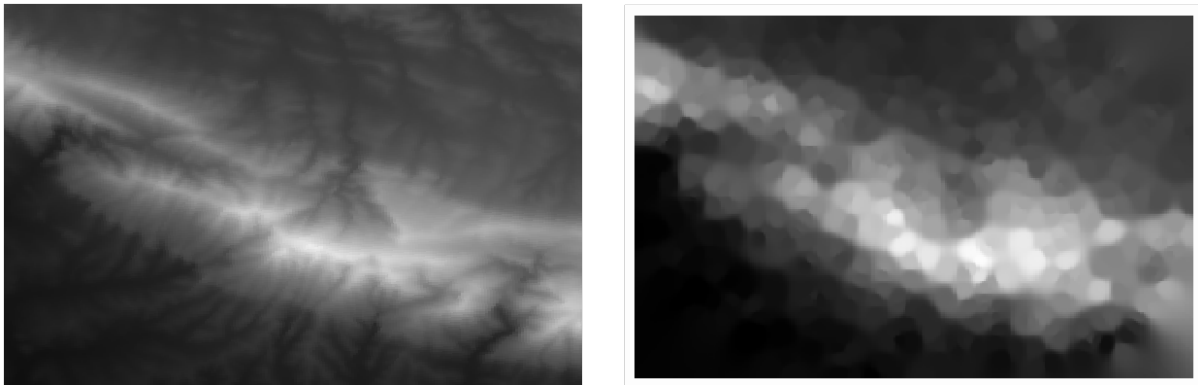
---

**Nota:** If the number of points is really big, the processing time can take a long time.

---

2. Use these points to sample the original DEM
3. Use the *Grid (IDW with nearest neighbor searching)* tool on this dataset.
4. Set *Power* and *Smoothing* to 5.0 and 2.0, respectively.

The results (depending on the positioning of your random points) will look more or less like this:



This is a better representation of the terrain, due to the greater density of sample points. Remember, larger samples give better results.

### 6.4.9 In Conclusion

QGIS has a number of tools for analyzing the spatial statistical properties of datasets.

### 6.4.10 What's Next?

Now that we have covered vector analysis, why not see what can be done with rasters? That is what we will do in the next module!

Abbiamo usato i raster per la digitalizzazione in precedenza, ma i dati raster possono anche essere utilizzati direttamente. In questo modulo, vedrai come può essere fatto in QGIS.

## 7.1 Lesson: Working with Raster Data

Raster data is quite different from vector data. Vector data has discrete features with geometries constructed out of vertices, and perhaps connected with lines and/or areas. Raster data, however, is like any image. Although it may portray various properties of objects in the real world, these objects don't exist as separate objects. Rather, they are represented using pixels with different values.

During this module you are going to use raster data to supplement your existing GIS analysis.

**The goal for this lesson:** To learn how to work with raster data in QGIS.

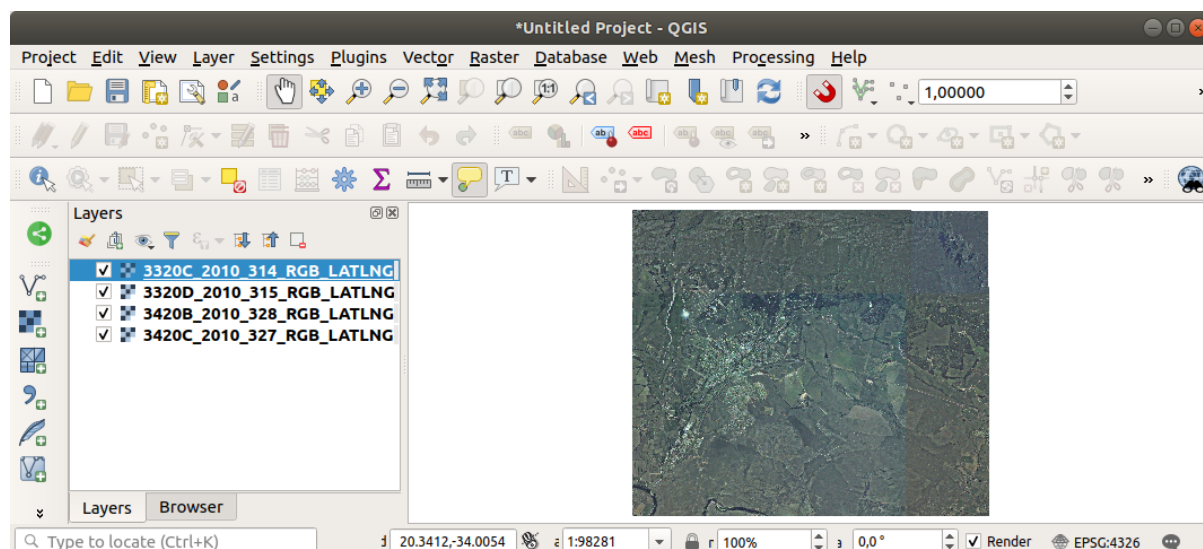
### 7.1.1 Follow Along: Loading Raster Data

Raster data can be loaded with the same methods we used for vector data. However we suggest to use the *Browser* Panel.

1. Open the *Browser* Panel and expand the `exercise_data/raster` folder.
2. Load all the data in this folder:
  - `3320C_2010_314_RGB_LATLNG.tif`
  - `3320D_2010_315_RGB_LATLNG.tif`
  - `3420B_2010_328_RGB_LATLNG.tif`
  - `3420C_2010_327_RGB_LATLNG.tif`

You should see the following map:


There we have it - four aerial images covering our study area.




## 7.1.2 Follow Along: Create a Virtual Raster

Now as you can see from this, your solution layer lies across all four images. What this means is that you are going to have to work with four rasters all the time. That's not ideal. It would be better to have one file to work with.

Luckily, QGIS allows you to do exactly this, and without needing to actually create a new raster file. You can create a **Virtual Raster**. This is also often called a *Catalog*, which explains its function. It's not really a new raster. Rather, it is a way to organize your existing rasters into one catalog: one file for easy access.

To make a catalog we will use the *Processing*  *Toolbox*.

1. Open the *Build virtual raster* algorithm from the *GDAL*  *Raster miscellaneous*;
2. In the dialog that appears, click on the ... button next to the *Input layers* parameter and check all the layers or use the *Select All* button;
3. Uncheck *Place each input file into a separate band*. Notice the text field below. What this dialog is actually doing is that it is writing that text for you. It is a long command that QGIS is going to run.

---

**Nota:** Keep in mind that you can copy and paste the text in the *OSGeo Shell* (Windows user) or *Terminal* (Linux and OSX users) to run the command. You can also create a script for each GDAL command. This is very handy when the procedure is taking a long time or when you want to schedule specific tasks. Use the *Help* button to get more help on the syntax of the command.

---

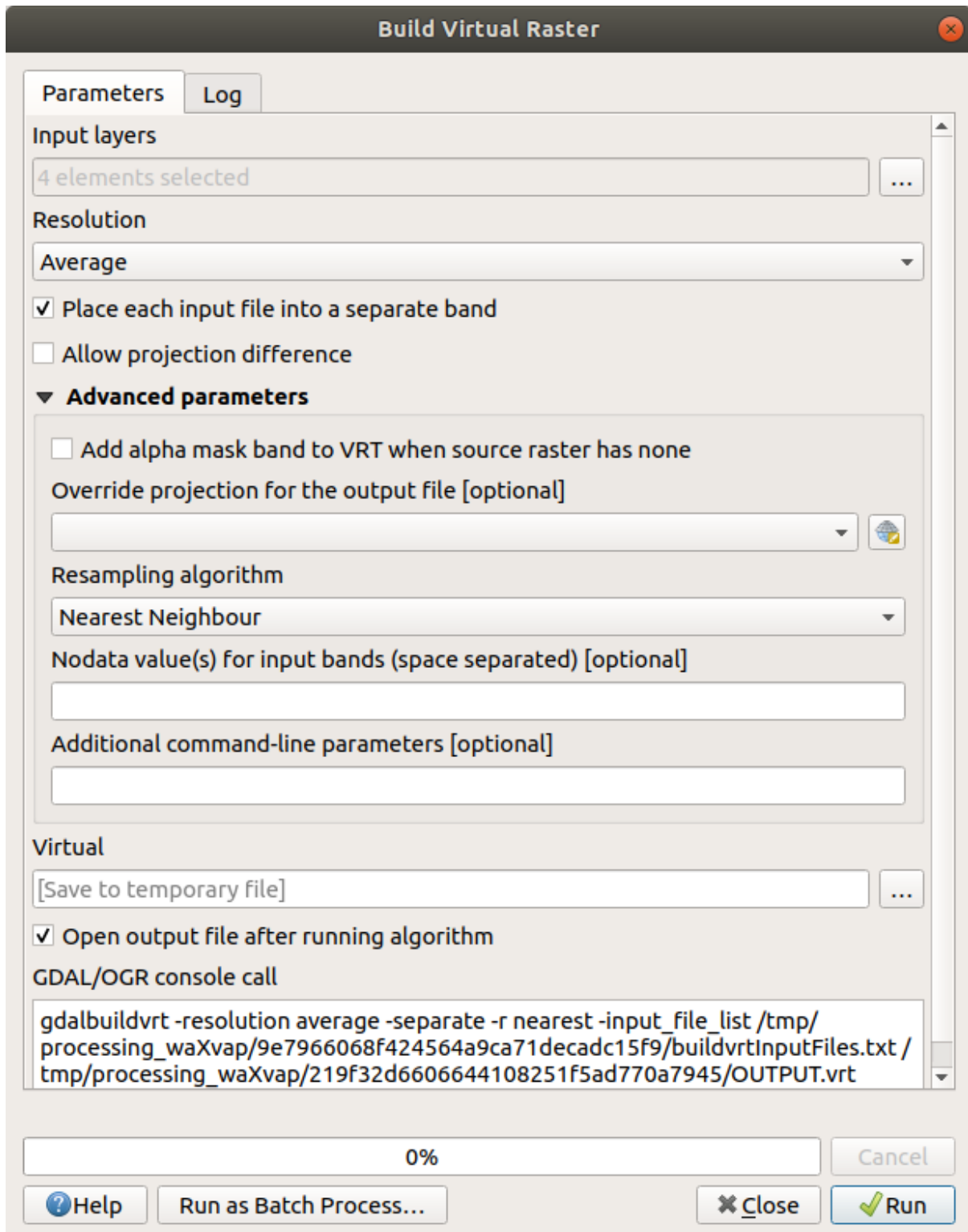
4. Finally click on *Run*.

---

**Nota:** As you know from the previous modules, *Processing* creates temporary layers by default. To save the file click on the ... button.

---

You can now remove the original four rasters from the *Layers* Panel and leave only the output virtual catalog raster.



### 7.1.3 Transforming Raster Data

The above methods allow you to virtually merge datasets using a catalog, and to reproject them «on the fly». However, if you are setting up data that you'll be using for quite a while, it may be more efficient to create new rasters that are already merged and reprojected. This improves performance while using the rasters in a map, but it may take some time to set up initially.

#### Reprojecting rasters

Open *Warp (reproject)* from *GDAL*  *Raster projections*.

You can also reproject virtual rasters (catalogs), enable multithreaded processing, and more.


#### Merging rasters

If you need to create a new raster layer and save it to disk you can use the merge algorithm.

---

**Nota:** Depending on how many raster files you are merging and their resolution, the new raster file created can be really big. Consider instead to create a raster catalog as described in the *Create a Virtual Raster* section.

---

1. Click on the *Merge* algorithm from the *GDAL*  *Raster miscellaneous* menu.
2. As we did for the *Create a Virtual raster*, use the ... button to choose which layers you want to merge.  
You can also specify a Virtual raster as input, and then all of the rasters that it consists of will be processed.
3. If you know the GDAL library, you can also add your own options by opening the *Advanced parameters* menu.

### 7.1.4 In Conclusion

QGIS makes it easy to include raster data into your existing projects.

### 7.1.5 What's Next?

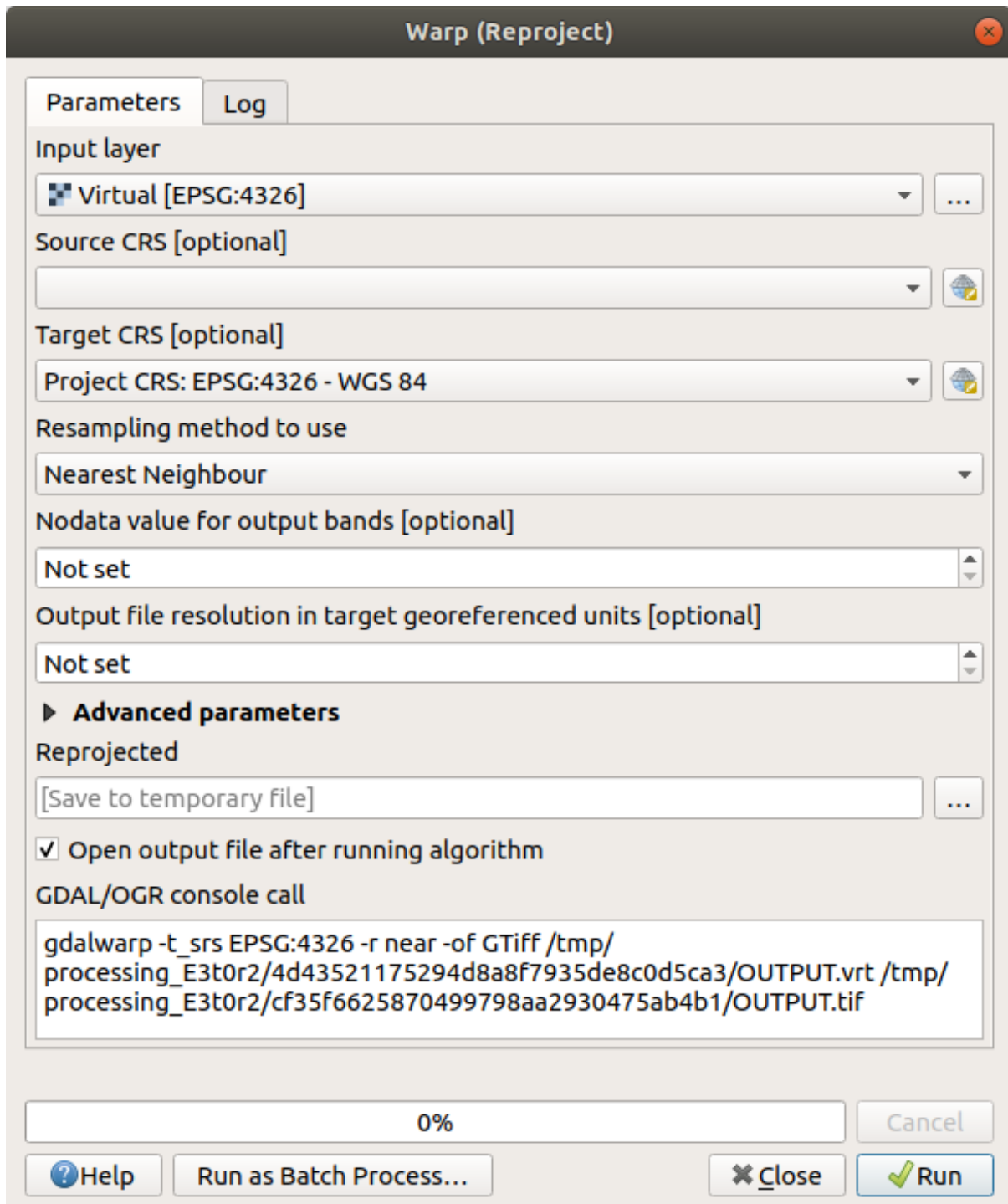
Next, we'll use raster data that isn't aerial imagery, and see how symbolization is useful in the case of rasters as well.

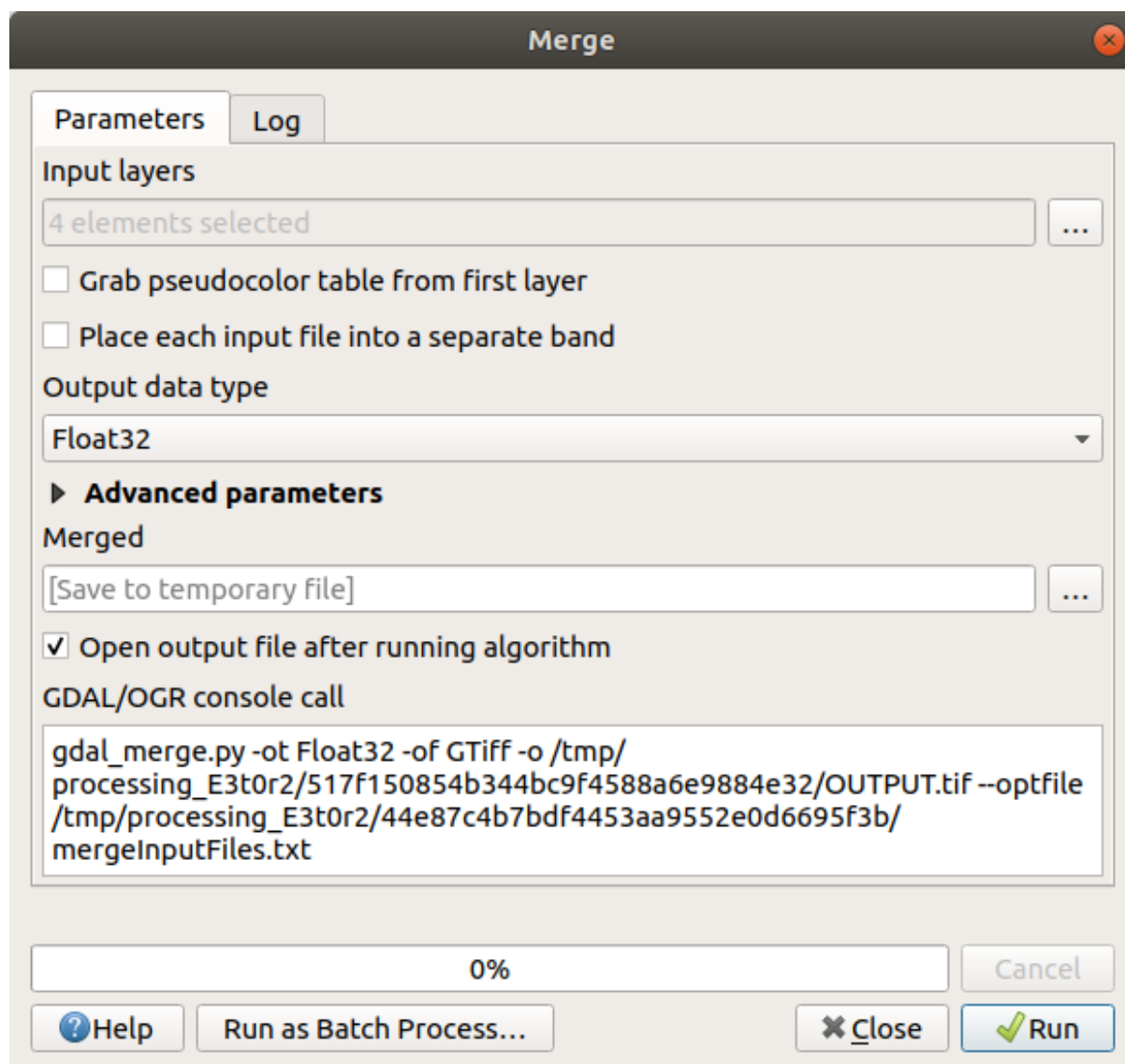
## 7.2 Lesson: Changing Raster Symbology

Not all raster data are aerial photos. There are many other forms of raster data, and in many of those cases, it is essential to symbolize the them so that they becomes properly visible and useful.

**Obiettivo:** modificare la simbologia del raster.







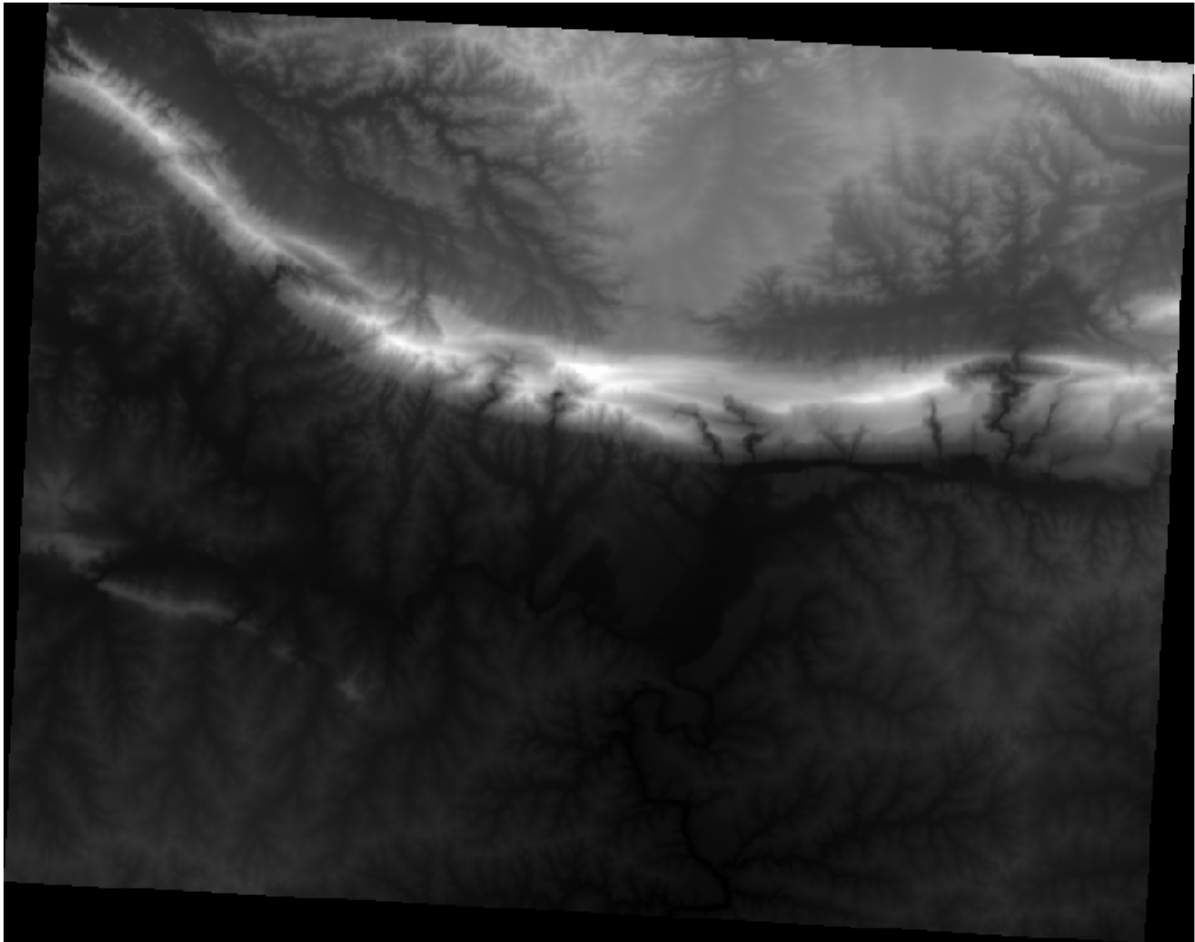
## 7.2.1 |base| Try Yourself

1. Use the *Browser Panel* to load `srtm_41_19.tif`, found under `exercise_data/raster/SRTM/`
2. Zoom to the extent of this layer by right-clicking on it in the *Layers panel* and selecting *Zoom to Layer*.

This dataset is a *Digital Elevation Model (DEM)*. It is a map of the elevation (altitude) of the terrain, allowing us to see where the mountains and valleys are, for example.

While each pixel of the dataset of the previous section contained color information, in a *DEM*, each pixel contains elevation values.



Once the DEM is loaded, you will notice that it is a grayscale representation:



QGIS has automatically applied a stretch to the pixel values of the image for visualization purposes, and we will learn more about how this works as we continue.

## 7.2.2 Modificare la simbologia raster

You have two different options to change the raster symbology:

1. Within the *Layer Properties* dialog, by right-clicking on the layer in the *Layer tree* and selecting the *Properties* option. Then switch to the *Symbology* tab
2. By clicking on the  Open the Layer Styling panel button right above the *Layers panel* (shortcut F7). This will open the *Layer Styling* panel, where you can switch to the  Symbology tab.

Choose the method you prefer to work with.

### 7.2.3 Follow Along: Singleband gray

When you load a raster file, if it is not a photo image like the ones of the previous section, the default style is set to a grayscale gradient.

Let's explore some of the features of this renderer.

The default *Color gradient* is set to `Black to white`, meaning that low pixel values are black and while high values are white. Try to invert this setting to `White to black` and see the results.

Very important is the *Contrast enhancement* parameter: by default it is set to `Stretch to MinMax` meaning that the pixel values are stretched to the minimum and maximum values.

Look at the difference with the enhancement (left) and without (right):

But what are the minimum and maximum values that should be used for the stretch? The ones that are currently under *Min / Max Value Settings*. There are many ways to calculate the minimum and maximum values and use them for the stretch:

1. **User Defined:** you enter the *Min* and *Max* values manually
2. **Cumulative count cut:** this is useful when you have some extreme low or high values. It *cuts* the 2% (or the value you choose) of these values
3. **Min / max:** the *Real* or *Estimated* minimum and maximum values of the raster
4. **Mean +/- standard deviation:** the values will be calculated according to the mean value and the standard deviation

### 7.2.4 Follow Along: Singleband pseudocolor

Grayscales are not always great styles for raster layers. Let's try to make the DEM more colorful.

- Change the *Render type* to *Singleband pseudocolor*. If you don't like the default colors loaded, select another *Color ramp*
- Click the *Classify* button to generate a new color classification
- If it is not generated automatically click on the *OK* button to apply this classification to the DEM

Vedrai questo:



This is an interesting way of looking at the DEM. You will now see that the values of the raster are again properly displayed, going from blue for the lower areas to red for the higher ones.

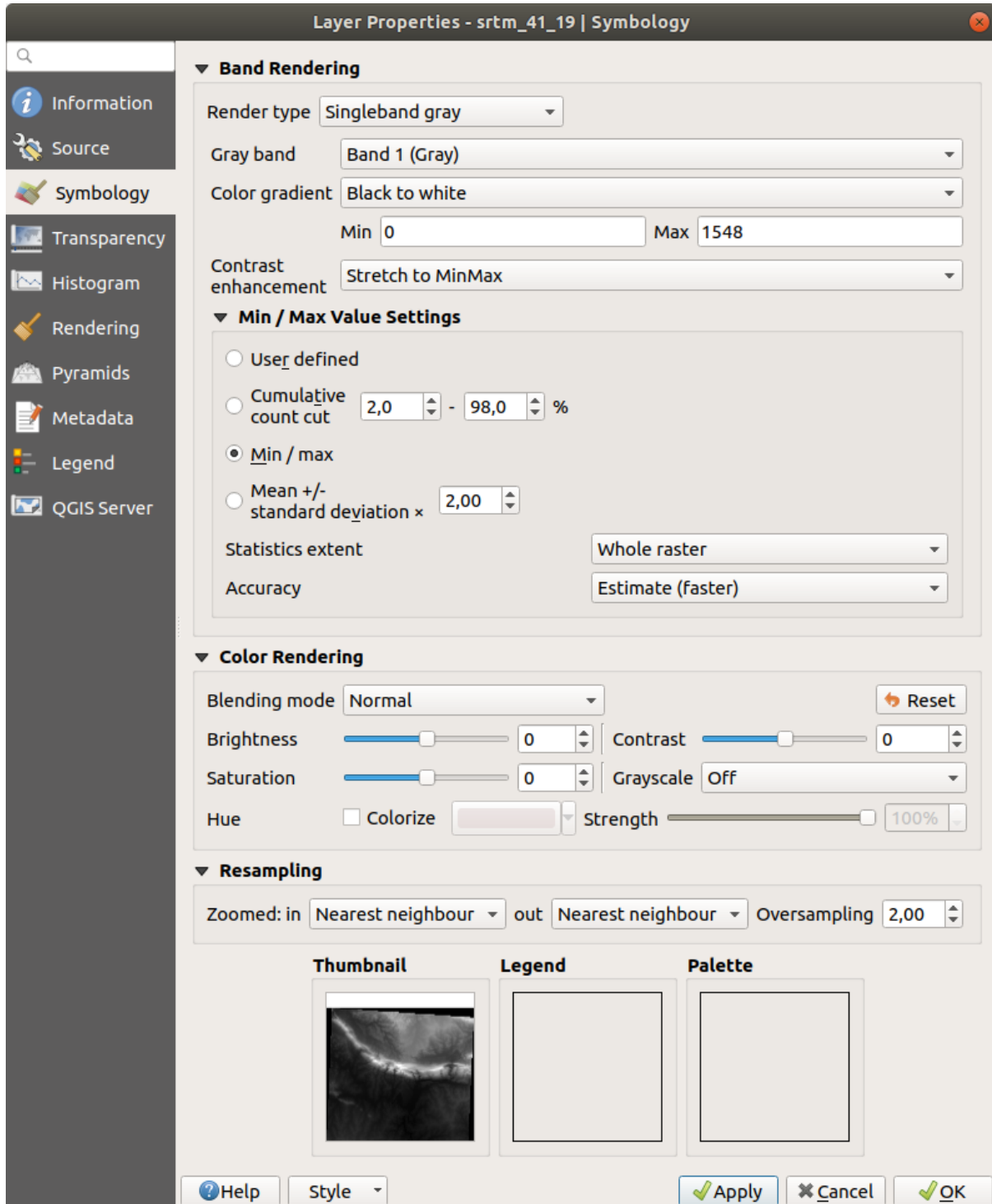
### 7.2.5 Follow Along: Changing the transparency

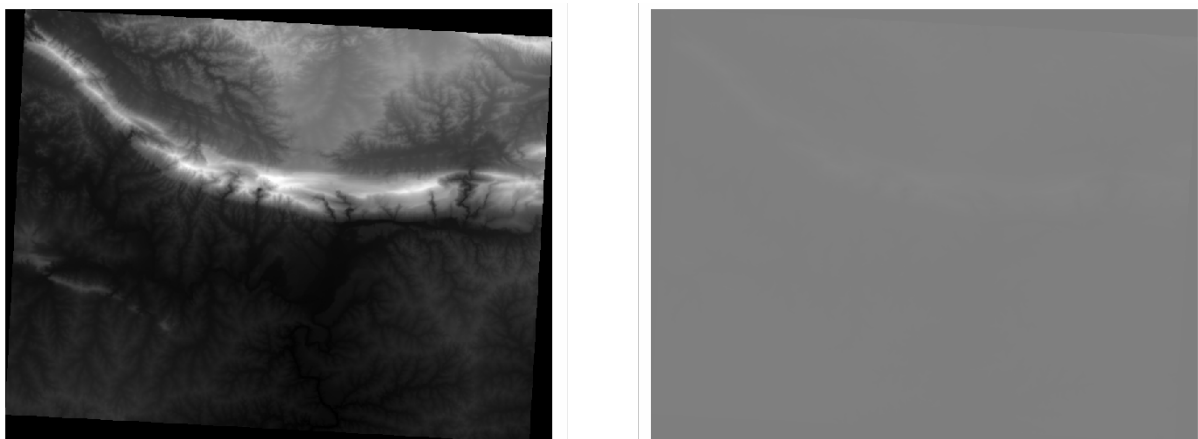
Sometimes changing the transparency of the whole raster layer can help you to see other layers covered by the raster itself and better understand the study area.

To change the transparency of the whole raster switch to the *Transparency* tab and use the slider of the *Global Opacity* to lower the opacity:

More interesting is changing the transparency for some pixel values. For example in the raster we used you can see a homogeneous color at the corners. To set these pixels as transparent, go to *Custom Transparency Options* in the *Transparency* tab.

- By clicking on the  *Add values manually* button, you can add a range of values and set their transparency percentage
- For single values the  *Add values from display* button is more useful





Layer Properties - srtm\_41\_19 | Symbology

**Band Rendering**

Render type: Singleband pseudocolor

Band: Band 1 (Gray)

Min: 0 Max: 1548

**Min / Max Value Settings**

Interpolation: Linear

Color ramp: [Color ramp visualization]

Label unit suffix: [Empty field]

| Value | Color           | Label |
|-------|-----------------|-------|
| 0     | [Blue swatch]   | 0     |
| 387   | [Green swatch]  | 387   |
| 774   | [Yellow swatch] | 774   |
| 1161  | [Orange swatch] | 1161  |
| 1548  | [Red swatch]    | 1548  |

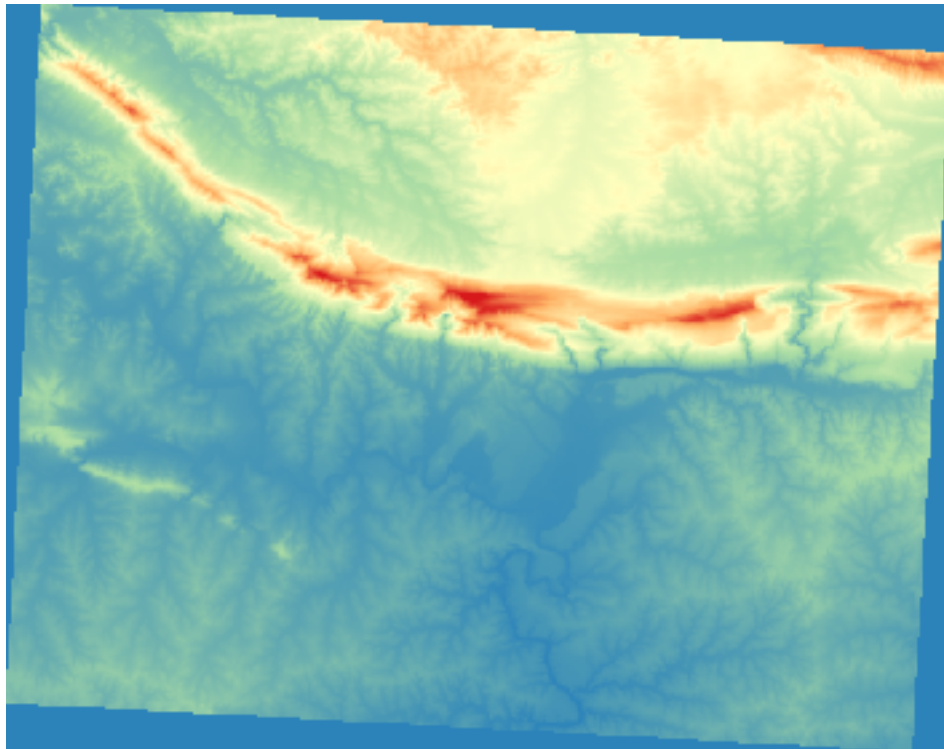
Mode: Continuous Classes: 5

Buttons: Classify, +, -, Refresh, Folder, Save

Clip out of range values

**Color Rendering**

Buttons: Help, Style, Apply, Cancel, OK



Layer Properties - srtm\_41\_19 | Transparency

- Information
- Source
- Symbology
- Transparency**
- Histogram
- Rendering
- Pyramids
- Metadata
- Legend
- QGIS Server

▼ **Global Opacity**

55.6 %

▼ **No Data Value**

No data value not defined

Additional no data value


▼ **Custom Transparency Options**

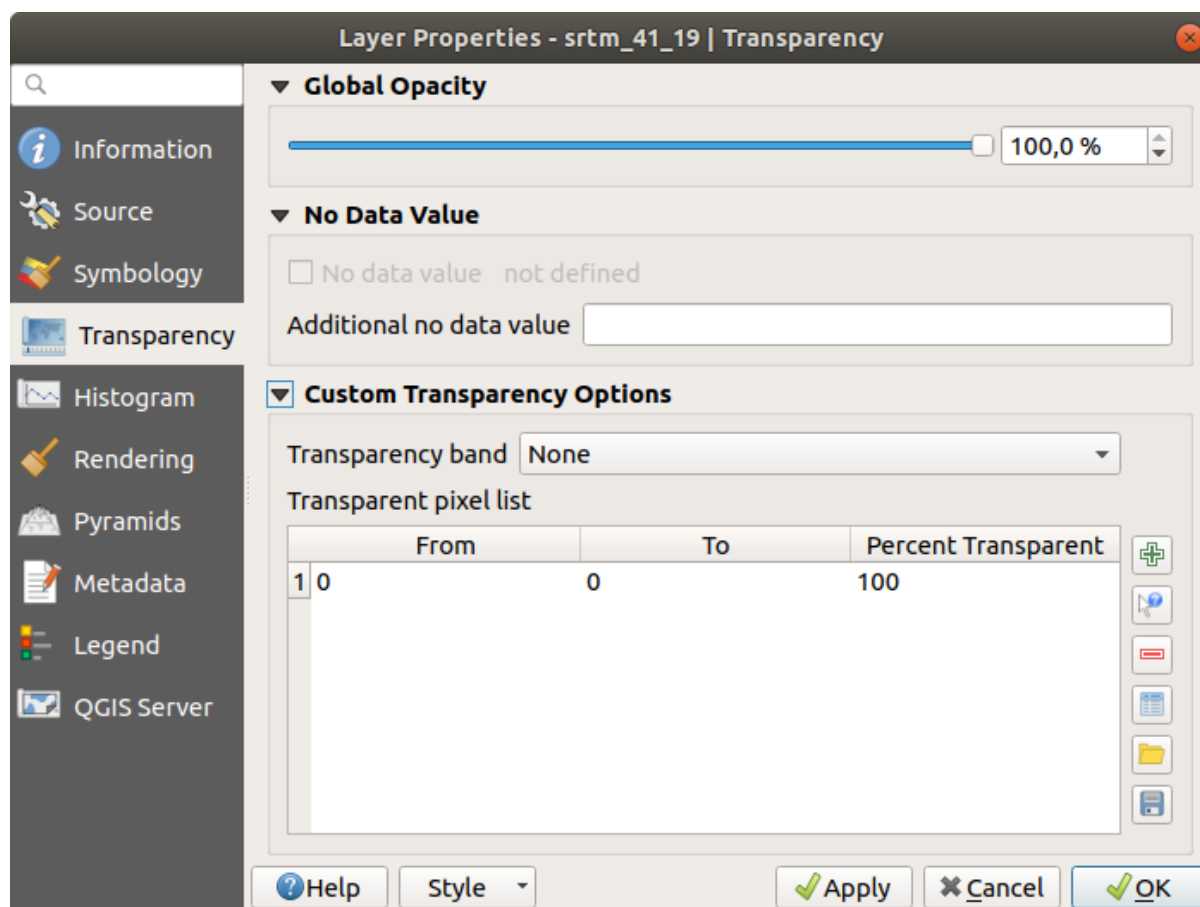
Transparency band: None

Transparent pixel list

| From | To | Percent Transparent |
|------|----|---------------------|
|      |    |                     |

Help Style Apply Cancel OK

- Click on the  button. The dialog disappears, and you can interact with the map.
- Click on the homogeneous color in a corner of the DEM
- You will see that the transparency table will be filled with the clicked values:



- Click on *OK* to close the dialog and see the changes.  
See? The corners are now 100% transparent.

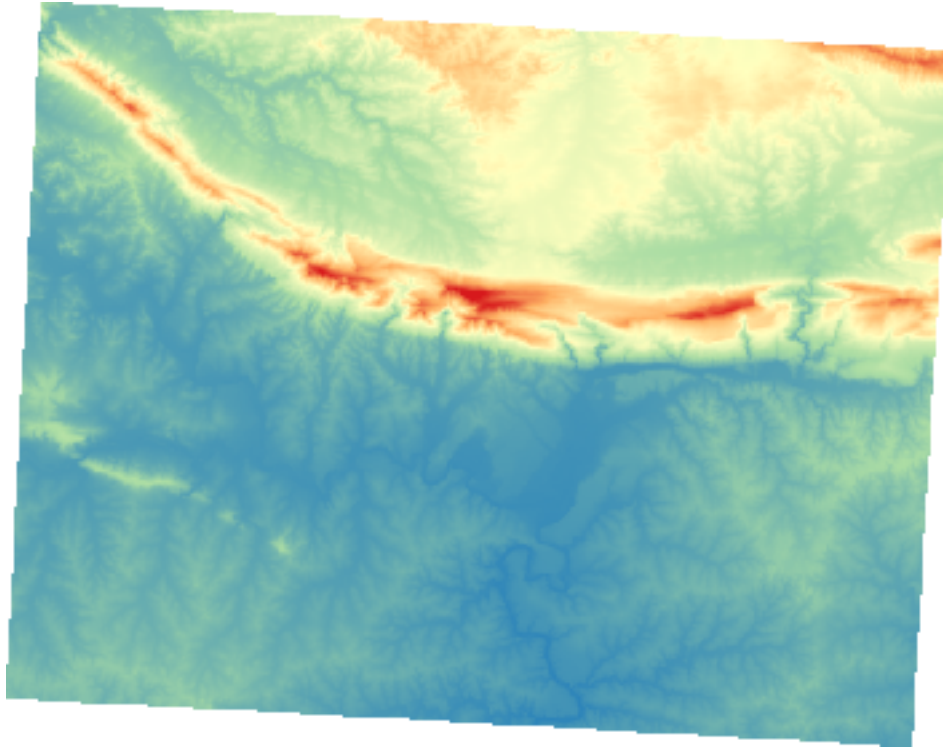
## 7.2.6 In Conclusion

These are some the basic functions to get you started with raster symbology. QGIS also gives you many other options, such as symbolizing a layer using paletted/unique values, representing different bands with different colors in a multispectral image, or making an automatic hillshade effect (useful only with DEM raster files).

## 7.2.7 Riferimento

The SRTM dataset was obtained from <http://srtm.csi.cgiar.org/>





### 7.2.8 What's Next?

Now that we can see our data displayed properly, let's investigate how we can analyze it further.

## 7.3 Lesson: Terrain Analysis

Certain types of rasters allow you to gain more insight into the terrain that they represent. Digital Elevation Models (DEMs) are particularly useful in this regard. In this lesson you will use terrain analysis tools to find out more about the study area for the proposed residential development from earlier.

**The goal for this lesson:** To use terrain analysis tools to derive more information about the terrain.

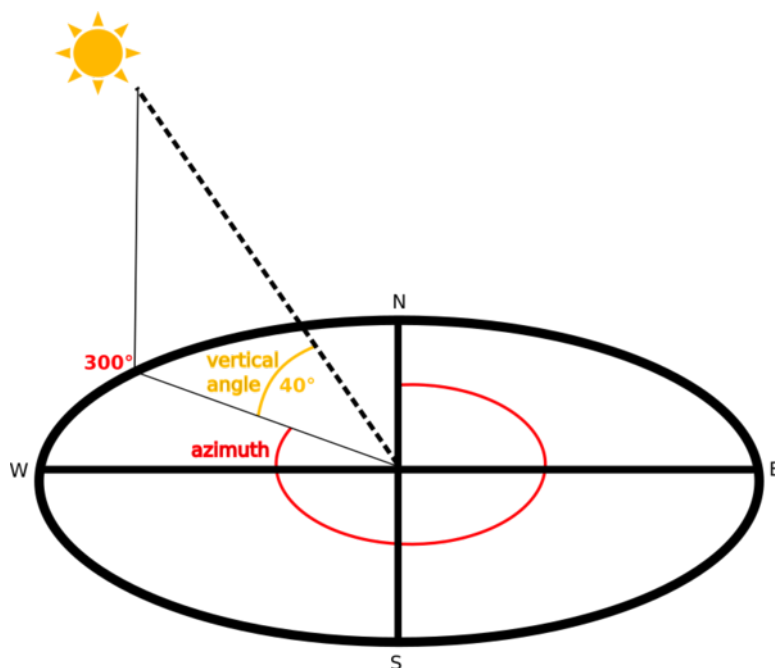
### 7.3.1 Follow Along: Calculating a Hillshade

We are going to use the same DEM layer as in the previous lesson. If you are starting this chapter from scratch, use the *Browser* panel and load the `raster/SRTM/srtm_41_19.tif`.

The DEM layer shows you the elevation of the terrain, but it can sometimes seem a little abstract. It contains all the 3D information about the terrain that you need, but it doesn't look like a 3D object. To get a better impression of the terrain, it is possible to calculate a *hillshade*, which is a raster that maps the terrain using light and shadow to create a 3D-looking image.

We are going to use algorithms in the *Raster*  *Raster terrain analysis* menu.

1. Click on the *Hillshade* menu
2. The algorithm allows you to specify the position of the light source: *Azimuth* has values from 0 (North) through 90 (East), 180 (South) and 270 (West), while the *Vertical angle* sets how high the light source is (0 to 90 degrees). We will use the default values:
3. Save the file in a new folder `raster_analysis` within the folder `exercise_data` with the name `hillshade`



4. Finally click on *Run*

You will now have a new layer called *hillshade* that looks like this:

That looks nice and 3D, but can we improve on this? On its own, the hillshade looks like a plaster cast. Can't we use it together with our other, more colorful rasters somehow? Of course we can, by using the hillshade as an overlay.

### 7.3.2 Follow Along: Using a Hillshade as an Overlay

A hillshade can provide very useful information about the sunlight at a given time of day. But it can also be used for aesthetic purposes, to make the map look better. The key to this is setting the hillshade to be mostly transparent.

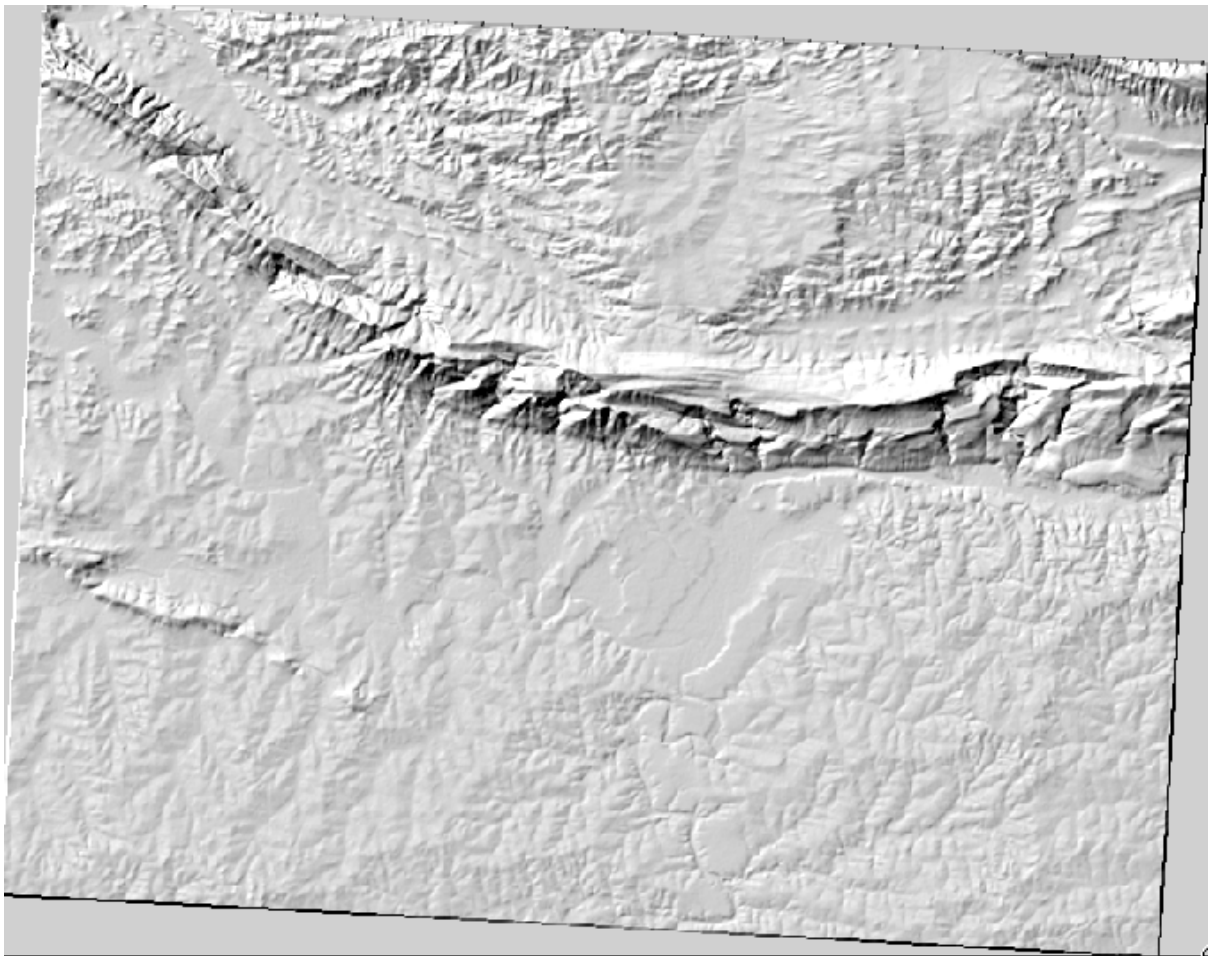
1. Change the symbology of the original *srtm\_41\_19* layer to use the *Pseudocolor* scheme as in the previous exercise
2. Hide all the layers except the *srtm\_41\_19* and *hillshade* layers
3. Click and drag the *srtm\_41\_19* to be beneath the *hillshade* layer in the *Layers* panel
4. Set the *hillshade* layer to be transparent by clicking on the *Transparency* tab in the layer properties
5. Set the *Global opacity* to 50%.

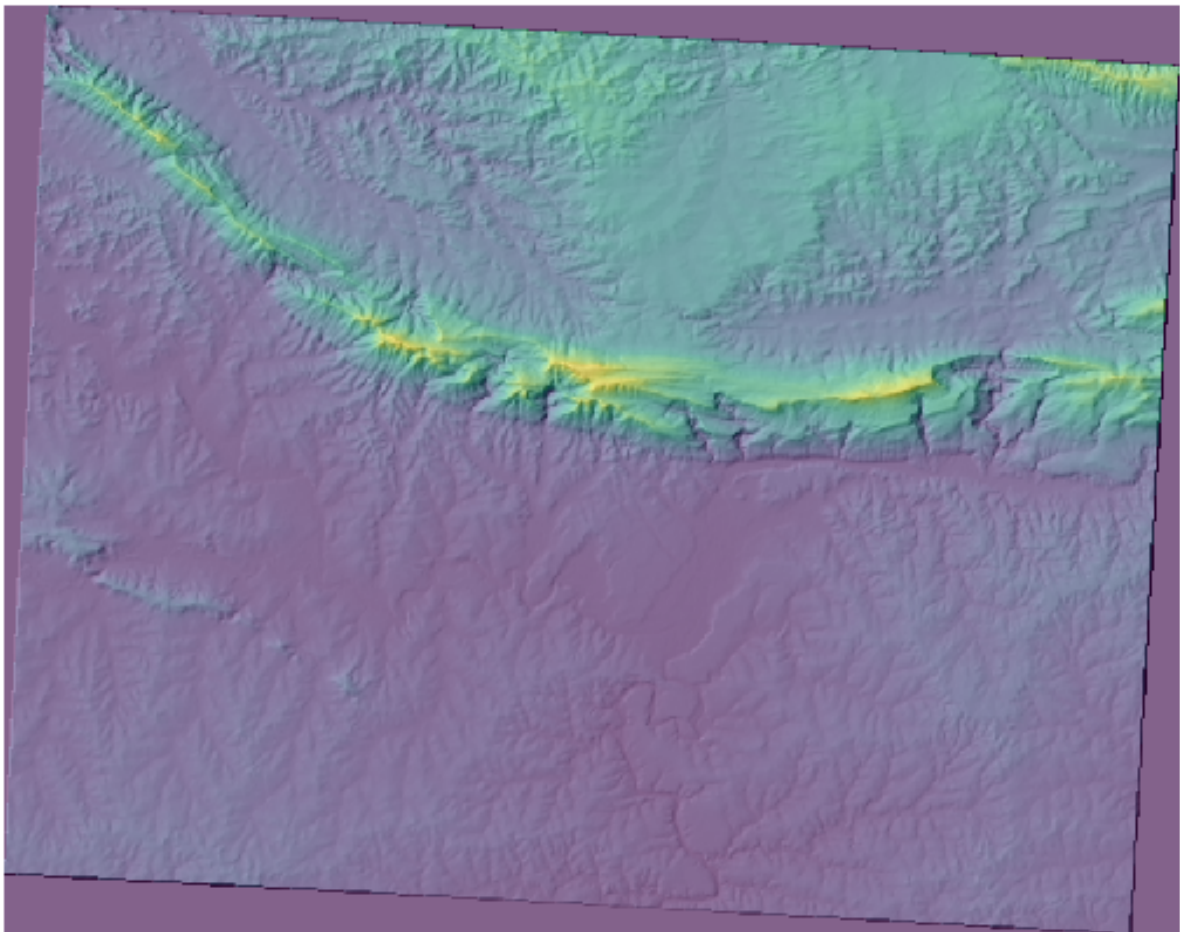
You'll get a result like this:

6. Switch the *hillshade* layer off and back on in the *Layers* panel to see the difference it makes.

Using a hillshade in this way, it's possible to enhance the topography of the landscape. If the effect doesn't seem strong enough to you, you can change the transparency of the *hillshade* layer; but of course, the brighter the hillshade becomes, the dimmer the colors behind it will be. You will need to find a balance that works for you.

Remember to save the project when you are done.





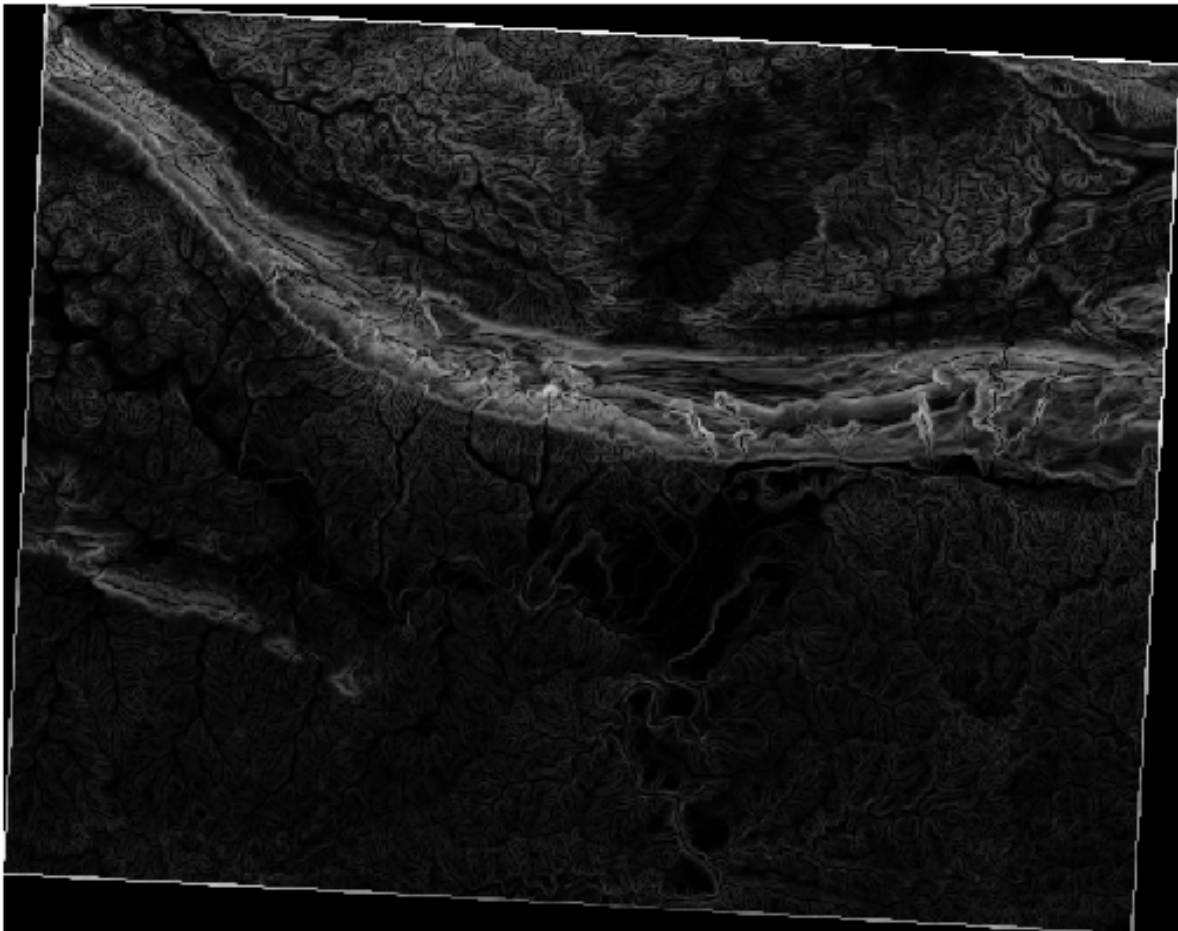
### 7.3.3 Follow Along: Calculating the Slope

Another useful thing to know about the terrain is how steep it is. If, for example, you want to build houses on the land there, then you need land that is relatively flat.

To do this, you need to use the *Slope* algorithm of the *Processing* [Raster terrain analysis](#).

1. Open the algorithm
2. Choose *srtm\_41\_19* as the *Elevation layer*
3. Save the output as a file with the name `slope` in the same folder as the `hillshade`
4. Click on *Run*

Now you'll see the slope of the terrain, with black pixels being flat terrain and white pixels, steep terrain:



### 7.3.4 Try Yourself Calculating the aspect

*Aspect* is the compass direction that the slope of the terrain faces. An aspect of 0 means that the slope is North-facing, 90 East-facing, 180 South-facing, and 270 West-facing.

Since this study is taking place in the Southern Hemisphere, properties should ideally be built on a north-facing slope so that they can remain in the sunlight.

Use the *Aspect* algorithm of the *Processing* [\[?\]](#) *Raster terrain analysis* to get the layer.

*Check your results*

### 7.3.5 Follow Along: Using the Raster Calculator

Think back to the estate agent problem, which we last addressed in the *Vector Analysis* lesson. Let us imagine that the buyers now wish to purchase a building and build a smaller cottage on the property. In the Southern Hemisphere, we know that an ideal plot for development needs to have areas on it that are north-facing, and with a slope of less than five degrees. But if the slope is less than 2 degrees, then the aspect doesn't matter.

Fortunately, you already have rasters showing you the slope as well as the aspect, but you have no way of knowing where both conditions are satisfied at once. How could this analysis be done?

The answer lies with the *Raster calculator*.

QGIS has different raster calculators available:

- *Raster* [\[?\]](#) *Raster Calculator*
- In processing:
  - *Raster Analysis* [\[?\]](#) *Raster calculator*
  - *GDAL* [\[?\]](#) *Raster miscellaneous* [\[?\]](#) *Raster calculator*
  - *SAGA* [\[?\]](#) *Raster calculus* [\[?\]](#) *Raster calculator*

Each tool is leading to the same results, but the syntax may be slightly different and the availability of operators may vary.

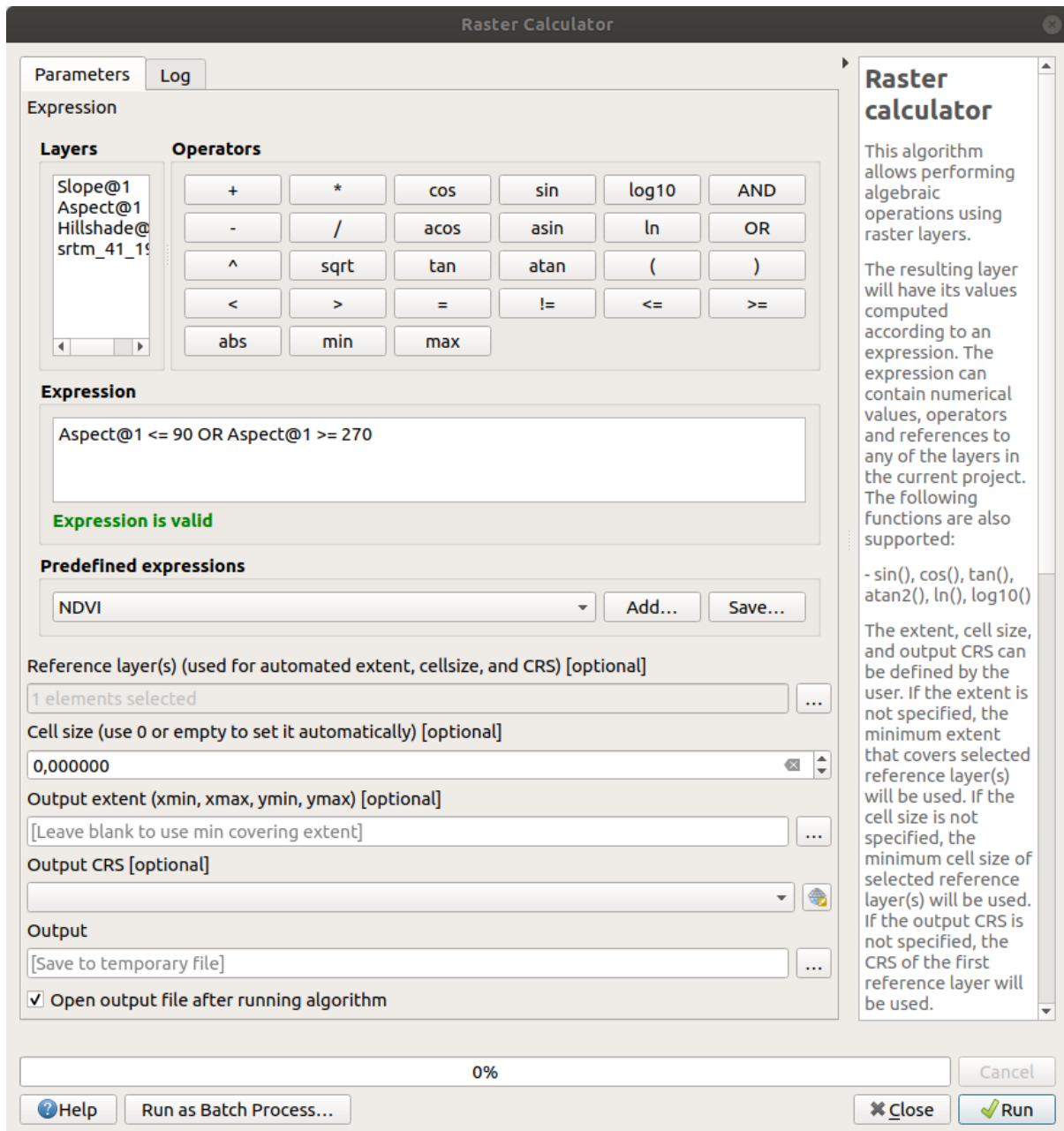
We will use *Raster Analysis* [\[?\]](#) *Raster calculator* in the *Processing Toolbox*

1. Open the tool by double clicking on it.
  - The upper left part of the dialog lists all the loaded raster layers as `name@N`, where `name` is the name of the layer and `N` is the band.
  - In the upper right part you will see a lot of different operators. Stop for a moment to think that a raster is an image. You should see it as a 2D matrix filled with numbers.
2. North is at 0 (zero) degrees, so for the terrain to face north, its aspect needs to be greater than 270 degrees and less than 90 degrees. Therefore the formula is:

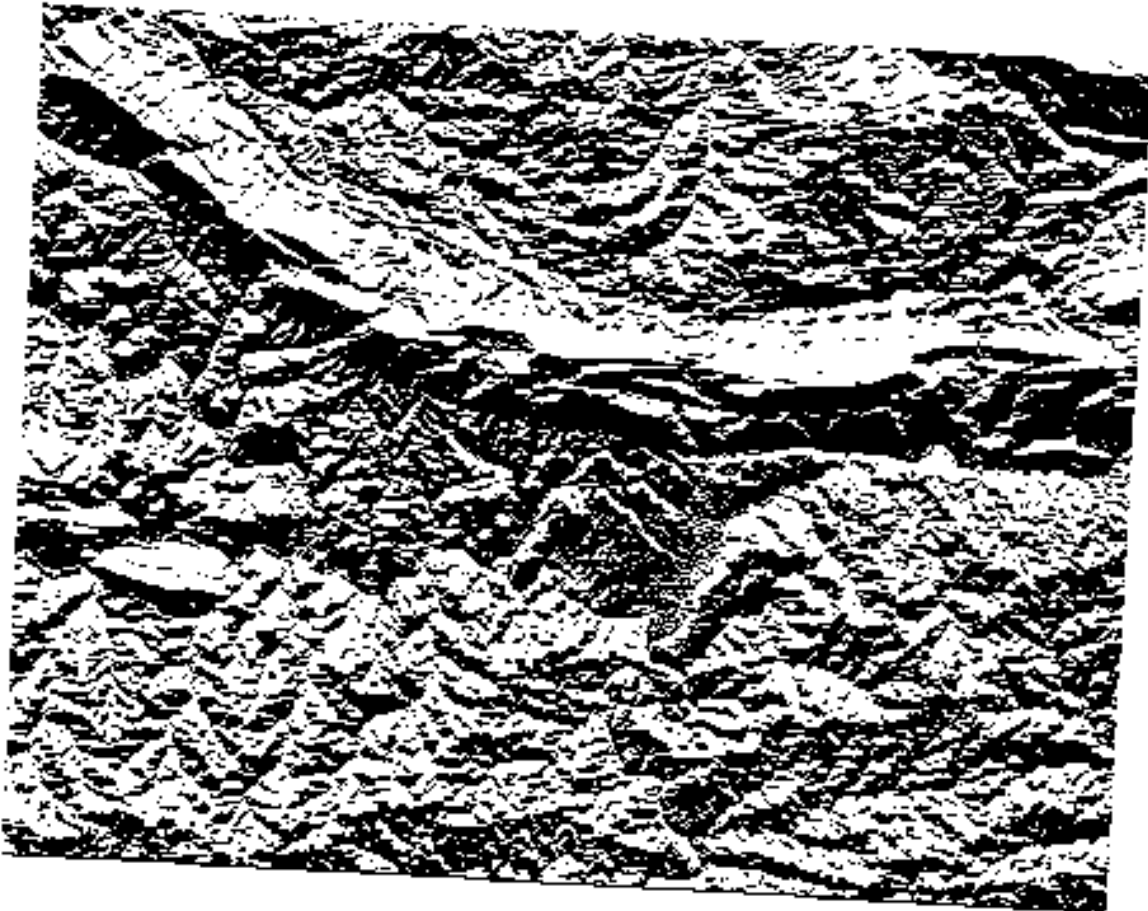
```
aspect@1 <= 90 OR aspect@1 >= 270
```

3. Now you have to set up the raster details, like the cell size, extent and CRS. This can be done manually or it can be automatically set by choosing a *Reference layer*. Choose this last option by clicking on the ... button next to the *Reference layer(s)* parameter.
4. In the dialog, choose the *aspect* layer, because we want to obtain a layer with the same resolution.
5. Save the layer as `aspect_north`.  
The dialog should look like:
6. Finally click on *Run*.





Your result will be this:



The output values are 0 or 1. What does it mean? The formula we wrote contains the *conditional* operator OR. Therefore the final result will be **False** (0) and **True** (1).

### 7.3.6 Try Yourself More criteria

Now that you have done the aspect, create two new layers from the DEM.

- The first shall identify areas where the slope is less than or equal to 2 degrees
- The second is similar, but the slope should be less than or equal to 5 degrees.
- Save them under `exercise_data/raster_analysis` as `slope_lte2.tif` and `slope_lte5.tif`.

*Check your results*



### 7.3.7 Follow Along: Combining Raster Analysis Results

Now you have generated three raster layers from the DEM:

- *aspect\_north*: terrain facing north
- *slope\_lte2*: slope equal to or below 2 degrees
- *slope\_lte5*: slope equal to or below 5 degrees

Where the conditions are met, the pixel value is 1. Elsewhere, it is 0. Therefore, if you multiply these rasters, the pixels that have a value of 1 for all of them will get a value of 1 (the rest will get 0).

The conditions to be met are:

- at or below 5 degrees of slope, the terrain must face north
- at or below 2 degrees of slope, the direction that the terrain faces does not matter.

Therefore, you need to find areas where the slope is at or below five degrees AND the terrain is facing north, OR the slope is at or below 2 degrees. Such terrain would be suitable for development.

To calculate the areas that satisfy these criteria:

1. Open the *Raster calculator* again
2. Use this expression in *Expression*:

```
( aspect_north@1 = 1 AND slope_lte5@1 = 1 ) OR slope_lte2@1 = 1
```

3. Set the *Reference layer(s)* parameter to *aspect\_north* (it does not matter if you choose another - they have all been calculated from *srtm\_41\_19*)
4. Save the output under *exercise\_data/raster\_analysis/* as *all\_conditions.tif*
5. Click *Run*

The result:

### 7.3.8 Follow Along: Simplifying the Raster

As you can see from the image above, the combined analysis has left us with many, very small areas where the conditions are met. But these aren't really useful for our analysis, since they are too small to build anything on. Let us get rid of all these tiny unusable areas.

1. Open the *Sieve* tool (*GDAL [?] Raster Analysis* in the *Processing Toolbox*)
2. Set the *Input file* to *all\_conditions*, and the *Sieved* to *all\_conditions\_sieve.tif* (under *exercise\_data/raster\_analysis/*).
3. Set the *Threshold* to 8 (minimum eight contiguous pixels), and check *Use 8-connectedness*.

Once processing is done, the new layer will be loaded.

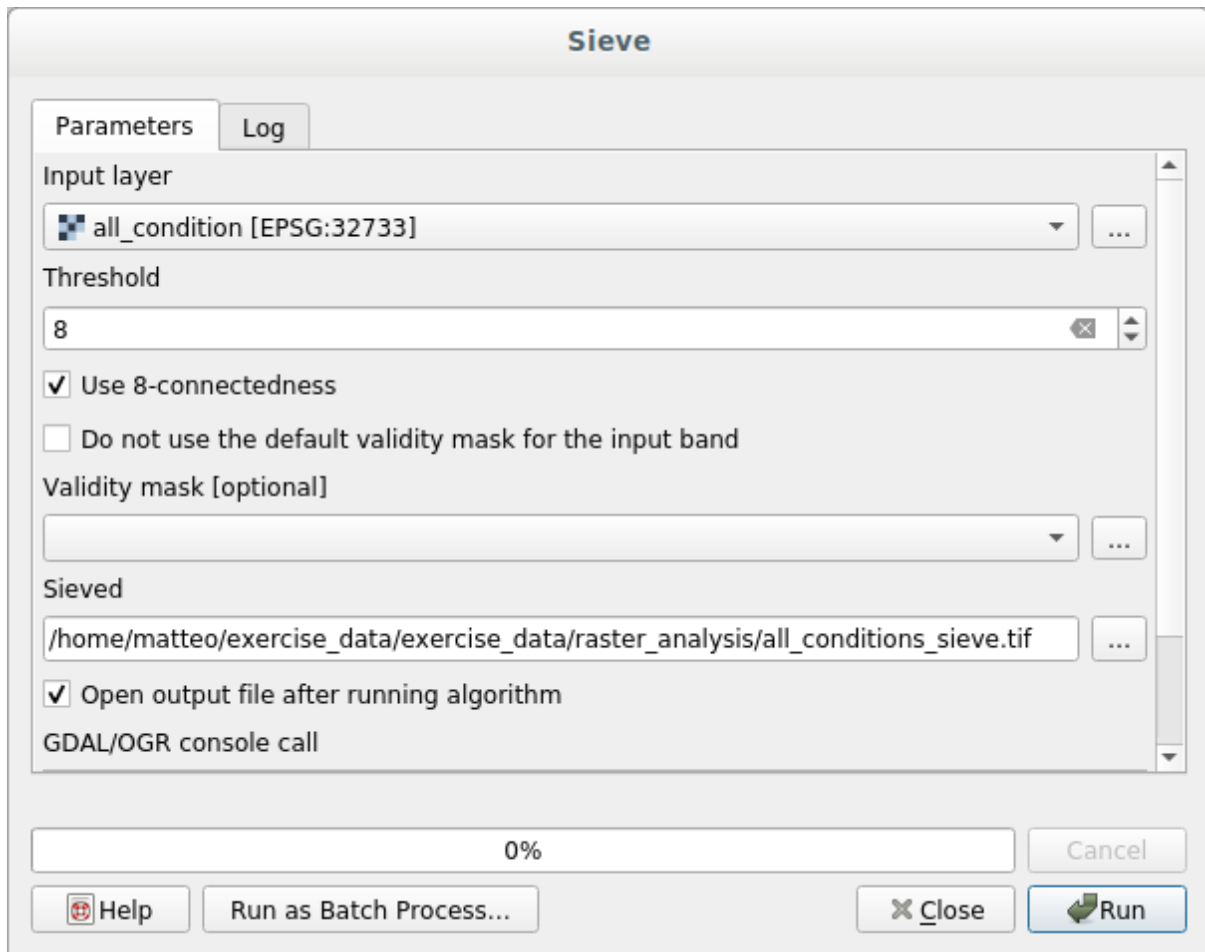
What is going on? The answer lies in the new raster file's metadata.

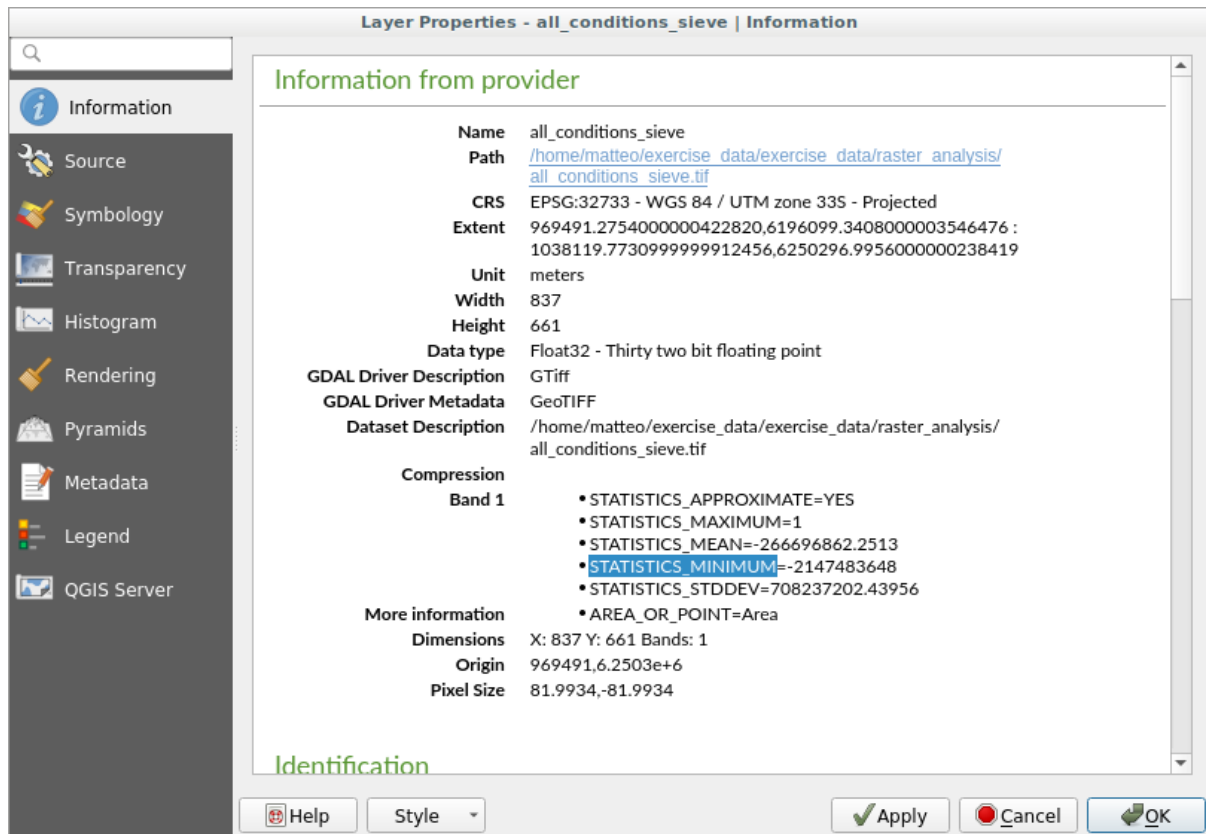
4. View the metadata under the *Information* tab of the *Layer Properties* dialog. Look the *STATISTICS\_MINIMUM* value:

This raster, like the one it is derived from, should only feature the values 1 and 0, but it has also a very large negative number. Investigation of the data shows that this number acts as a null value. Since we are only after areas that weren't filtered out, let us set these null values to zero.

5. Open the *Raster Calculator*, and build this expression:







```
(all_conditions_sieve@1 <= 0) = 0
```

This will maintain all non-negative values, and set the negative numbers to zero, leaving all the areas with value 1 intact.

6. Save the output under `exercise_data/raster_analysis/` as `all_conditions_simple.tif`.

Your output looks like this:

This is what was expected: a simplified version of the earlier results. Remember that if the results you get from a tool aren't what you expected, viewing the metadata (and vector attributes, if applicable) can prove essential to solving the problem.

### 7.3.9 Follow Along: Reclassifying the Raster

We have used the *Raster calculator* to do calculations on raster layers. There is another powerful tool that we can use to extract information from existing layers.

Back to the `aspect` layer. We know now that it has numerical values within a range from 0 through 360. What we want to do is to *reclassify* this layer to other discrete values (from 1 to 4), depending on the aspect:

- 1 = North (from 0 to 45 and from 315 to 360);
- 2 = East (from 45 to 135)
- 3 = South (from 135 to 225)
- 4 = West (from 225 to 315)

This operation can be achieved with the raster calculator, but the formula would become very very large.

The alternative tool is the *Reclassify by table* tool in *Raster analysis* in the *Processing Toolbox*.



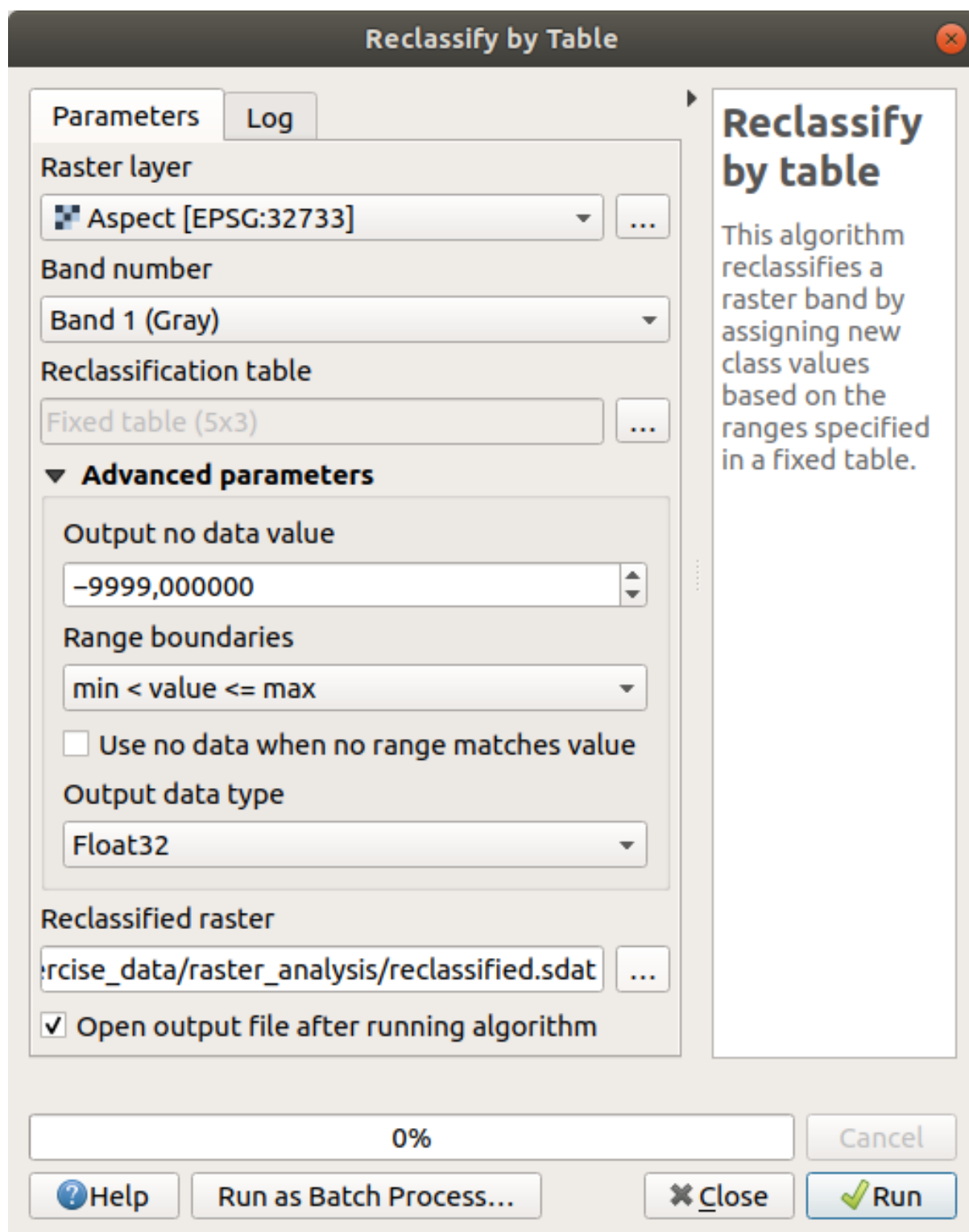
1. Open the tool
2. Choose *aspect* as the Input raster layer
3. Click on the ... of *Reclassification table*. A table-like dialog will pop up, where you can choose the minimum, maximum and new values for each class.
4. Click on the *Add row* button and add 5 rows. Fill in each row as the following picture and click *OK*:

**Fixed table**

|   | Minimum | Maximum | Value |
|---|---------|---------|-------|
| 1 | 0       | 45      | 1     |
| 2 | 315     | 360     | 1     |
| 3 | 45      | 135     | 2     |
| 4 | 135     | 225     | 3     |
| 5 | 225     | 315     | 4     |

The method used by the algorithm to treat the threshold values of each class is defined by the *Range boundaries*.

5. Save the layer as file: *reclassified.tif* in the *exercise\_data/raster\_analysis/* folder
6. Click on *Run*



If you compare the native *aspect* layer with the *reclassified* one, there are not big differences. But by looking at the legend, you can see that the values go from 1 to 4.

Let us give this layer a better style.

1. Open the *Layer Styling* panel
2. Choose *Paletted/Unique values*, instead of *Singleband gray*
3. Click on the *Classify* button to automatically fetch the values and assign them random colors:


The output should look like this (you can have different colors given that they have been randomly generated):

With this reclassification and the paletted style applied to the layer, you can immediately differentiate the aspect areas.

### 7.3.10 Follow Along: Querying the raster


Unlike vector layers, raster layers don't have an attribute table. Each pixel contains one or more numerical values (singleband or multiband rasters).

All the raster layers we used in this exercise consist of just one band. Depending on the layer, pixel values may represent elevation, aspect or slope values.

How can we query the raster layer to get the value of a pixel? We can use the  *Identify Features* button!



1. Select the tool from the *Attributes* toolbar.
2. Click on a random location of the *srtm\_41\_19* layer. *Identify Results* will appear with the value of the band at the clicked location:
3. You can change the output of the *Identify Results* panel from the current *tree* mode to a *table* one by selecting *Table* in the *View* menu at the bottom of the panel:

Clicking each pixel to get the value of the raster could become annoying after a while. We can use the *Value Tool* plugin to solve this problem.

1. Go to *Plugins*  *Manage/Install Plugins...*
2. In the *All* tab, type `value t` in the search box
3. Select the *Value Tool* plugin, press *Install Plugin* and then *Close* the dialog.

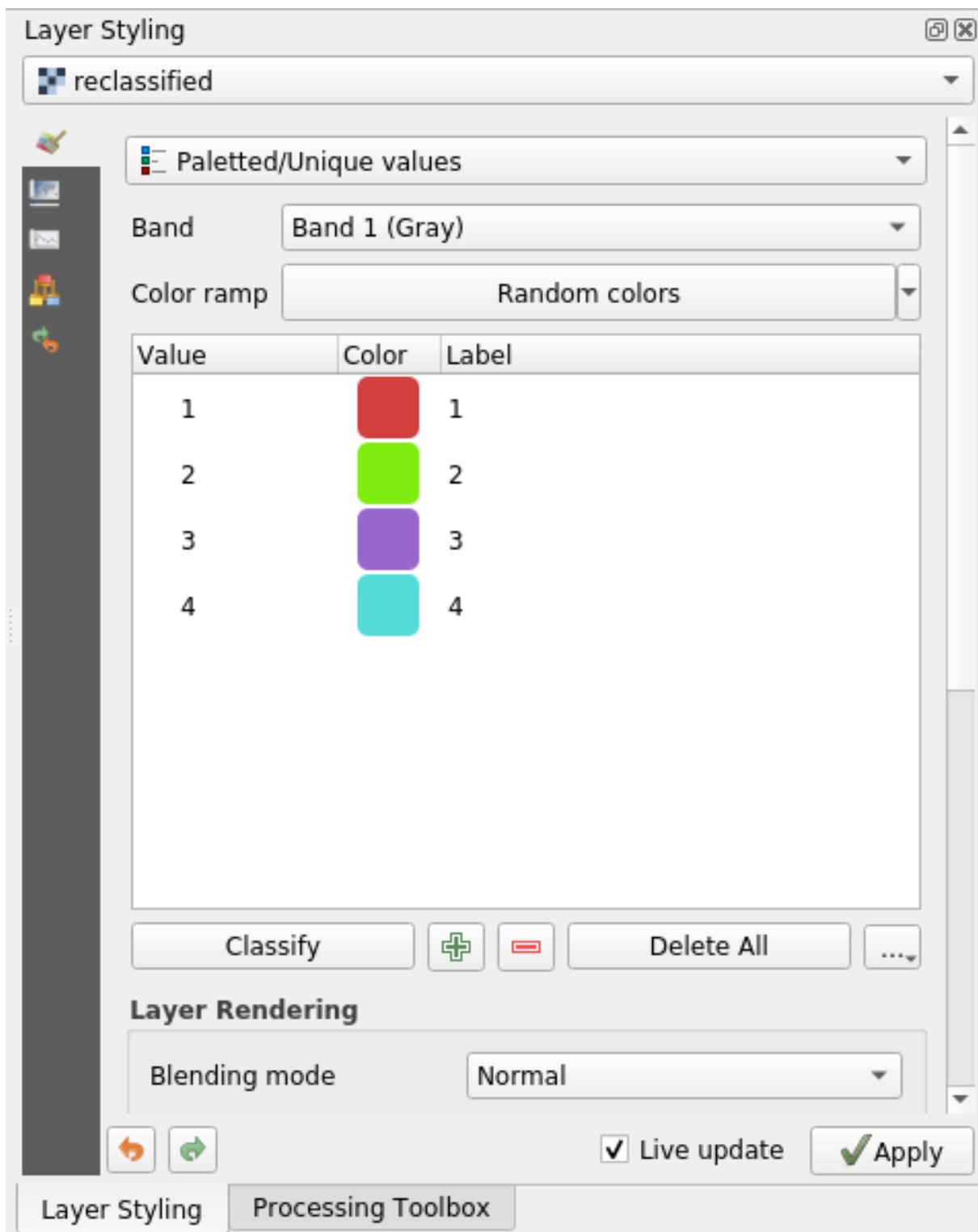
The new *Value Tool* panel will appear.

---

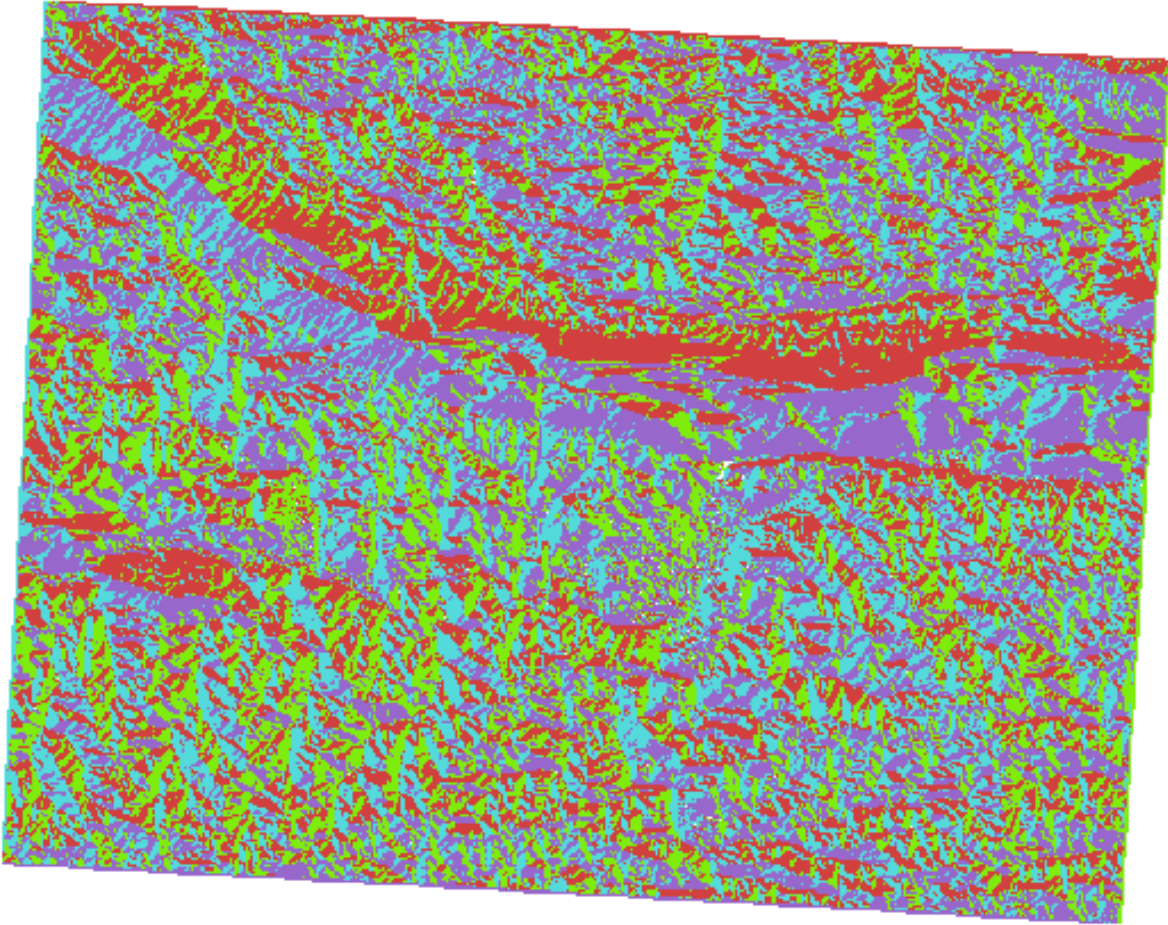
**Suggerimento:** If you close the panel you can reopen it by enabling it in the *View*  *Panels*  *Value Tool* or by clicking on the icon in the toolbar.

---

4. To use the plugin just check the *Enable* checkbox and be sure that the *srtm\_41\_19* layer is active (checked) in the *Layers* panel.
5. Move the cursor over the map to see the value of the pixels.
6. But there is more. The *Value Tool* plugin allows you to query **all** the active raster layers in the *Layers* panel. Set the *aspect* and *slope* layers active again and hover the mouse on the map:







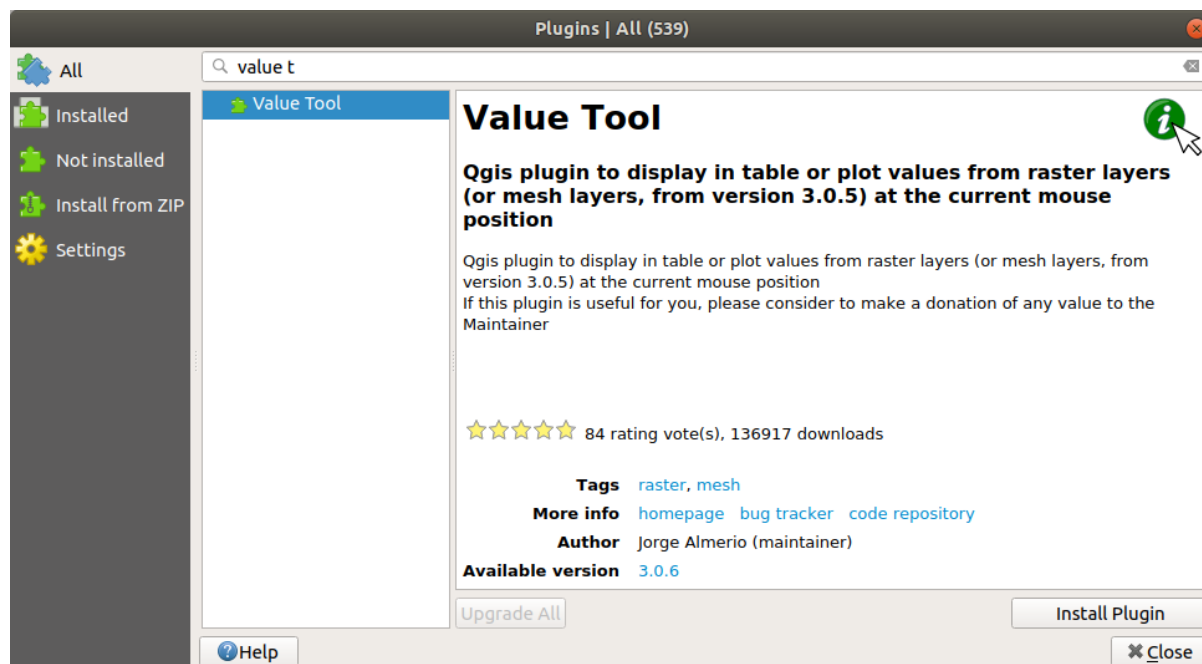
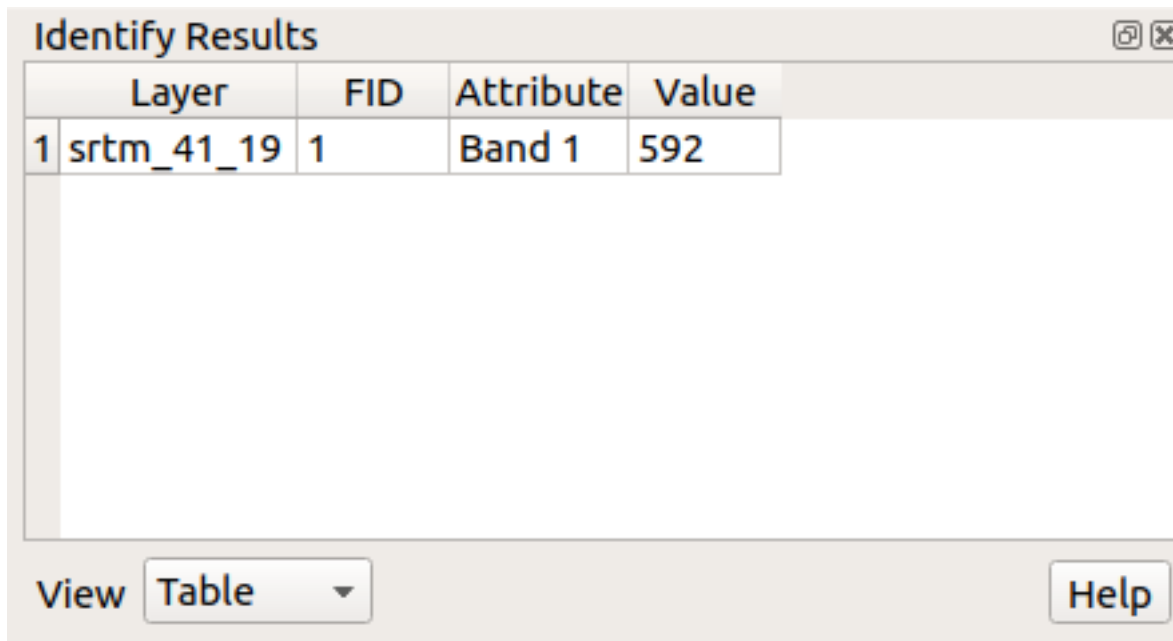
Identify Results 🔍 ✖

📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄

| Feature      | Value      |
|--------------|------------|
| ▼ 0          | srtm_41_19 |
| ▼ srtm_41_19 |            |
| Band 1       | 592        |
| ▶ (Derived)  |            |

Mode

View  Help



Layers

- aspect
- reclassified
- all\_conditions\_sieve
- slope\_lt5
- slope\_lt2
- aspect\_north
- slope
- hillshade
- srtm\_41\_19**

Browser Layers

Value Tool

Enable

Table Graph Options

Decimals 2

| Layer        | Value |
|--------------|-------|
| 1 srtm_41_19 | 76.0  |

Coordinate: (997960.378142, 6216696.900344)

Layers

- slope**
- aspect**
- reclassified
- all\_conditions\_sieve
- slope\_lt5
- slope\_lt2
- aspect\_north
- hillshade
- srtm\_41\_19**

Browser Layers

Value Tool

Enable

Table Graph Options

Decimals 2

| Layer        | Value          |
|--------------|----------------|
| 1 slope      | 56.08386993... |
| 2 aspect     | 173.8803253... |
| 3 srtm_41_19 | 328.0          |

Coordinate: (1001434.695838, 6227891.924031)

### 7.3.11 In Conclusion

You've seen how to derive all kinds of analysis products from a DEM. These include hillshade, slope and aspect calculations. You've also seen how to use the raster calculator to further analyze and combine these results. Finally you learned how to reclassify a layer and how to query the results.

### 7.3.12 What's Next?

Now you have two analyses: the vector analysis which shows you the potentially suitable plots, and the raster analysis that shows you the potentially suitable terrain. How can these be combined to arrive at a final result for this problem? That's the topic for the next lesson, starting in the next module.

---

## Module: Completamento dell'analisi

---

Ora hai due metà dell'analisi: una parte vettoriale ed una raster. In questo modulo, vedrai come combinarle. Concluderai l'analisi e visualizzerai i risultati finali.

### 8.1 Lesson: Raster to Vector Conversion



Converting between raster and vector formats allows you to make use of both raster and vector data when solving a GIS problem, as well as using the various analysis methods unique to these two forms of geographic data. This increases the flexibility you have when considering data sources and processing methods for solving a GIS problem.

To combine a raster and vector analysis, you need to convert the one type of data to the other. Let's convert the raster result of the previous lesson to a vector.

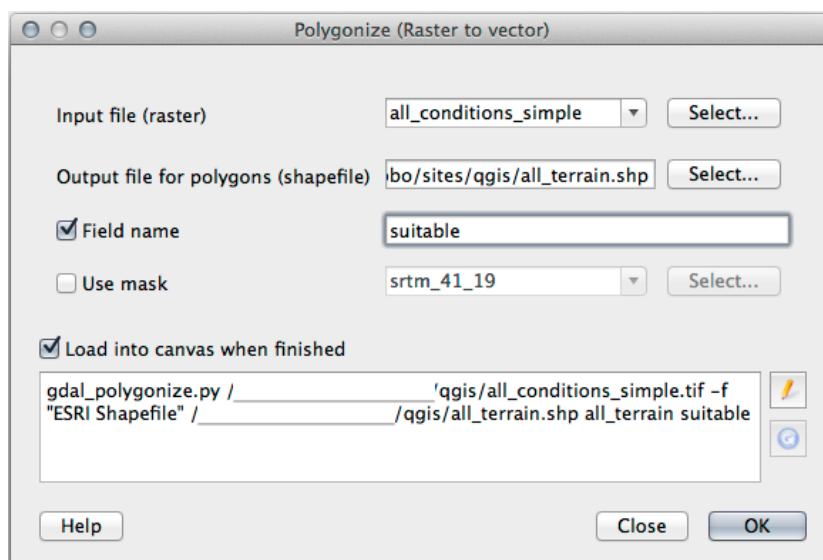
**The goal for this lesson:** To get the raster result into a vector that can be used to complete the analysis.

#### 8.1.1 Follow Along: The *Raster to Vector* Tool

Start with the map from the last module, `raster_analysis.qgs`. There you should have the `all_conditions_simple.tif` calculated during the previous exercises.

- Click on *Raster*  *Conversion*  *Polygonize (Raster to Vector)*. The tool dialog will appear.
- Set it up like this:
- Change the field name (describing the values of the raster) to *suitable*.
- Save the layer under `exercise_data/residential_development` as `all_terrain.shp`.

Now you have a vector file which contains all the values of the raster, but the only areas you're interested in are those that are suitable; i.e., those polygons where the value of *suitable* is 1. You can change the style of this layer if you want to have a clearer visualization of it.



### 8.1.2 Try Yourself



Refer back to the module on vector analysis.

- Create a new vector file that contains only the polygons where `suitable` has the value of 1.
- Save the new file as `exercise_data/residential_development/` as `suitable_terrain.shp`.

*Check your results*

### 8.1.3 Follow Along: The *Vector to Raster* Tool

Although unnecessary for our current problem, it's useful to know about the opposite conversion from the one performed above. Convert to raster the `suitable_terrain.shp` vector file you just created in previous step.

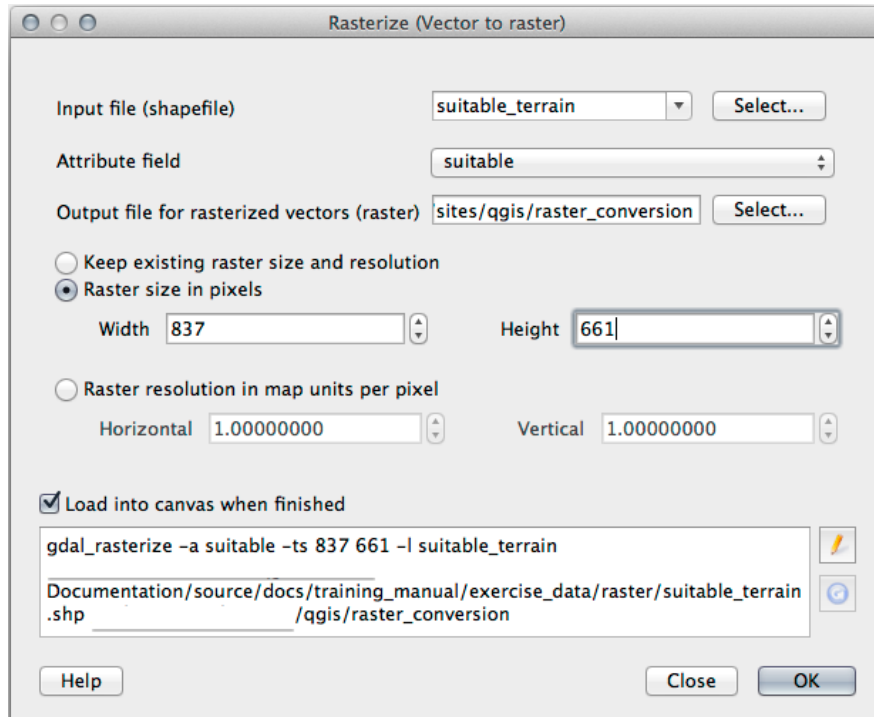
- Click on *Raster*  *Conversion*  *Rasterize (Vector to Raster)* to start this tool, then set it up as in the screenshot below:
- *Input file* is `all_terrain`.
- *Output file...* is `exercise_data/residential_development/raster_conversion.tif`.
- *Width* and *Height* are 837 and 661, respectively.

---

**Nota:** The size of the output image is specified here to be the same as the original raster which was vectorized. To view the dimensions of an image, open its metadata (*Metadata* tab in the *Layer Properties*).

---

- Click *OK* on the dialog to begin the conversion process.
- When it is complete, gauge its success by comparing the new raster with the original one. They should match up exactly, pixel for pixel.



### 8.1.4 In Conclusion

Converting between raster and vector formats allows you to widen the applicability of data, and need not lead to data degradation.

### 8.1.5 What's Next?

Now that we have the results of the terrain analysis available in vector format, they can be used to solve the problem of which buildings we should consider for the residential development.

## 8.2 Lesson: Combining the Analyses

Using the vectorized results of the raster analysis will allow you to select only those buildings on suitable terrain.

**The goal for this lesson:** To use the vectorized terrain results to select suitable plots.

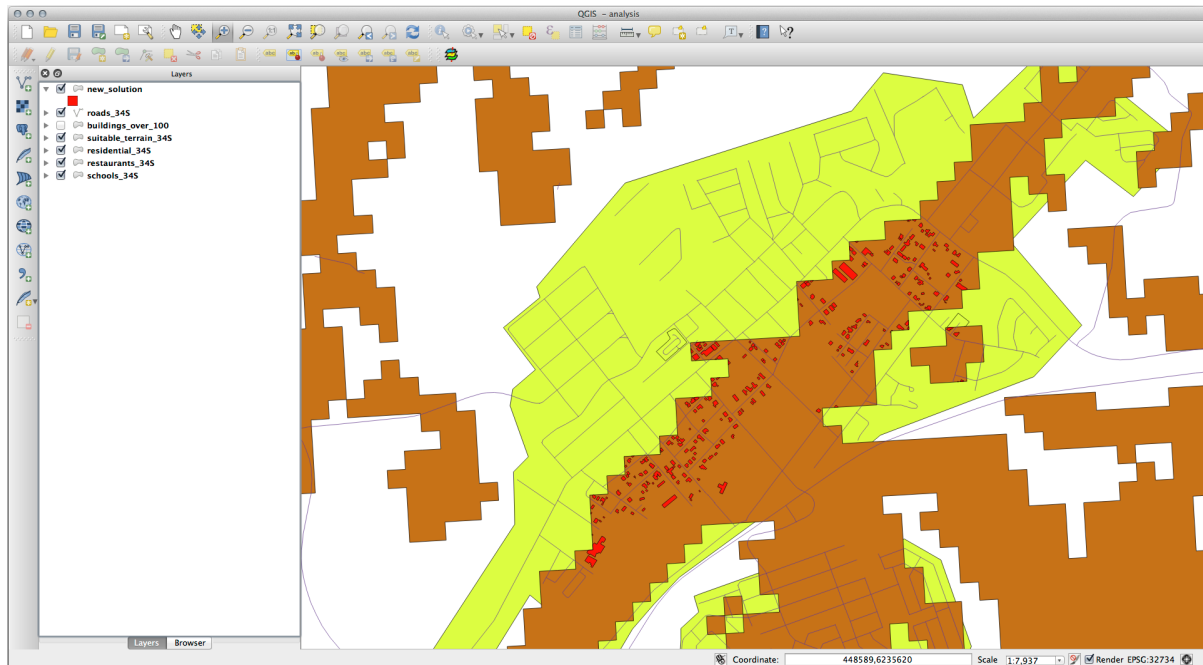
### 8.2.1 Try Yourself

- Save your current map (`raster_analysis.qgs`).
- Open the map in which you created during the vector analysis earlier (you should have saved the file as `analysis.qgs`).
- In the *Layers* panel, enable these layers:
  - *hillshade*,
  - *solution* (or *buildings\_over\_100*)
- In addition to these layers, which should already be loaded in the map from when you worked on it before, also add the `suitable_terrain.shp` dataset.



- If you are missing some layers, you should find them in `exercise_data/residential_development/`
- Use the *Intersect* tool (*Vector > Geoprocessing Tools*) to create a new vector layer called `new_solution.shp` which contains only those buildings which intersect the `suitable_terrain` layer.

You should now have a layer showing certain buildings as your solution, for example:



### 8.2.2 Try Yourself Inspecting the Results

Look at each of the buildings in your `new_solution` layer. Compare them with the `suitable_terrain` layer by changing the symbology for the `new_solution` layer so that it has outlines only. What do you notice about some of the buildings? Are they all suitable just because they intersect with the `suitable_terrain` layer? Why or why not? Which ones would you deem to be unsuitable?

*Check your results*

### 8.2.3 Try Yourself Refining the Analysis

You can see from the results that some buildings which were included were not really suitable, so we can now refine the analysis.

We want to ensure that our analysis returns only those buildings which fall entirely within the `suitable_terrain` layer. How would you achieve this? Use one or more Vector Analysis tools and remember that our buildings are all over 100m squared in size.

*Check your results*



## 8.2.4 In Conclusion

You have now answered the original research question, and can offer an opinion (with reasons, backed by analysis) for a recommendation regarding which property to develop.

## 8.2.5 What's Next?

Next you will present these results as part of your second assignment.

## 8.3 Compito

Utilizzando il layout di stampa, crea una nuova mappa che rappresenti i risultati della tua analisi. Include questi layer:

- *places* (con le etichette),
- *hillshade*,
- *solution* (oppure *new\_solution*),
- *roads* e
- oppure *aerial\_photos* o *DEM*.

Scrivi un breve testo esplicativo di accompagnamento. Includi in tale testo i criteri utilizzati per valutare una casa per l'acquisto e il successivo sviluppo, così come la spiegazione delle tue raccomandazioni su quali edifici sono adatti.

## 8.4 Lesson: Supplementary Exercise

In this lesson, you will be guided through a complete GIS analysis in QGIS.

---

**Nota:** Lesson developed by Linfiniti Consulting (South Africa) and Siddique Motala (Cape Peninsula University of Technology)

---

### 8.4.1 Problem Statement

You are tasked with finding areas in and around the Cape Peninsula that are suitable habitats for a rare fynbos plant species. The extent of your area of investigation covers Cape Town and the Cape Peninsula between Melkbosstrand in the north and Strand in the south. Botanists have provided you with the following preferences exhibited by the species in question:

- It grows on east facing slopes
- It grows on slopes with a gradient between 15% and 60%
- It grows in areas that have a total annual rainfall of > 1000 mm
- It will only be found at least 250 m away from any human settlement
- The area of vegetation in which it occurs should be at least 6000  $m^2$  in area

As a student at the University, you have agreed to search for the plant in four different suitable areas of land. You want those four suitable areas to be the ones that are closest to the University of Cape Town where you live. Use your GIS skills to determine where you should go to look.

## 8.4.2 Solution Outline




The data for this exercise can be found in the `exercise_data/more_analysis` folder.

You are going to find the four suitable areas that are closest to the University of Cape Town.

The solution will involve:

1. Analysing a DEM raster layer to find the east facing slopes and the slopes with the correct gradients
2. Analysing a rainfall raster layer to find the areas with the correct amount of rainfall
3. Analysing a zoning vector layer to find areas that are away from human settlement and are of the correct size

## 8.4.3 Follow Along: Setting up the Map





1. Click on the  Current CRS button in the lower right corner of the screen. Under the *CRS* tab of the dialog that appears, use the «Filter» tool to search for «33S». Select the entry *WGS 84 / UTM zone 33S* (with EPSG code 32733).
2. Fai clic su *OK*
3. Save the project file by clicking on the  Save Project toolbar button, or use the *File*  Save As... menu item.

Save it in a new directory called `Rasterprac`, that you should create somewhere on your computer. You will save whatever layers you create in this directory as well. Save the project as `your_name_fynbos.qgs`.

## 8.4.4 Loading Data into the Map

In order to process the data, you will need to load the necessary layers (street names, zones, rainfall, DEM) into the map canvas.





### For vectors...

1. Click on the  Open Data Source Manager button in the *Data Source Manager Toolbar*, and enable the  Vector tab in the dialog that appears, or use the *Layer*  Add Layer  Add Vector Layer... menu item
2. Ensure that  *File* is selected
3. Click on the ... button to browse for vector dataset(s)
4. In the dialog that appears, open the `exercise_data/more_analysis/Streets` directory
5. Select the file `Street_Names_UTM33S.shp`
6. Click *Open*.

The dialog closes and shows the original dialog, with the file path specified in the text field next to *Vector dataset(s)*. This allows you to ensure that the correct file is selected. It is also possible to enter the file path in this field manually, should you wish to do so.

7. Click *Add*. The vector layer will be loaded into your map. Its color is automatically assigned. You will change it later.
8. Rename the layer to `Streets`
  1. Right-click on it in the *Layers* panel (by default, the pane along the left-hand side of the screen)
  2. Click *Rename* in the dialog that appears and rename it, pressing the `Enter` key when done
9. Repeat the vector adding process, but this time select the `Generalised_Zoning_Dissolve_UTM33S.shp` file in the `Zoning` directory.
10. Rename it to `Zoning`.

### For rasters...

1. Click on the  Open Data Source Manager button and enable the  *Raster* tab in the dialog that appears, or use the *Layer*  *Add Layer*  *Add Raster Layer...* menu item
2. Ensure that  *File* is selected
3. Navigate to the appropriate file, select it, and click *Open*
4. Do this for each of the following two raster files, DEM/SRTM.tif and rainfall/reprojected/rainfall.tif
5. Rename the SRTM raster to DEM and the rainfall raster to Rainfall (with an initial capital)

## 8.4.5 Changing the layer order

Click and drag layers up and down in the *Layers* panel to change the order they appear in on the map so that you can see as many of the layers as possible.

Now that all the data is loaded and properly visible, the analysis can begin. It is best if the clipping operation is done first. This is so that no processing power is wasted on computing values in areas that are not going to be used anyway.

## 8.4.6 Find the Correct Districts

1. Load the vector layer `admin_boundaries/Western_Cape_UTM33S.shp` into your map.
2. Rename it to `Districts`.
3. Right-click on the `Districts` layer in the *Layers* panel.
4. In the menu that appears, select the *Filter...* menu item. The *Query Builder* dialog appears.

You will now build a query to select only the following districts:

- Bellville
- Cape
- Goodwood
- Kuils River
- Mitchells Plain
- Simon Town
- Wynberg

1. In the *Fields* list, double-click on the `NAME_2` field to make it appear in the *SQL where clause* text field below
2. Click the `=` button; an `=` sign is appended to the SQL query
3. Click the *All* button below the (currently empty) *Values* list.

After a short delay, this will populate the *Values* list with the values of the selected field (`NAME_2`).

4. Double-click the value `Bellville` in the *Values* list to append it to the SQL query.

In order to select more than one district, you'll need to use the *OR* boolean operator.

5. Click the *OR* button and it will be appended to the SQL query
6. Using a process similar to the above, add the following to the existing SQL query:

```
"NAME_2" = 'Cape'
```

7. Add another *OR* operator, then work your way through the list of districts above in a similar fashion.

The final query should be:

```
"NAME_2" = 'Bellville' OR "NAME_2" = 'Cape' OR  
"NAME_2" = 'Goodwood' OR "NAME_2" = 'Kuils River' OR  
"NAME_2" = 'Mitchells Plain' OR "NAME_2" = 'Simon Town' OR  
"NAME_2" = 'Wynberg'
```

---

**Nota:** By using the *IN* operator, the query would look like this:

```
"NAME_2" in ('Bellville', 'Cape', 'Goodwood', 'Kuils River',  
            'Mitchells Plain', 'Simon Town', 'Wynberg')
```



---

8. Click *OK*.

The districts shown in your map are now limited to those in the list above.

### 8.4.7 Clip the Rasters

Now that you have an area of interest, you can clip the rasters to this area.


1. Ensure that the only layers that are visible are the *DEM*, *Rainfall* and *Districts* layers
2. *Districts* must be on top to be visible
3. Open the clipping dialog by selecting the menu item *Raster*  *Extraction*  *Clip Raster by Mask Layer...*
4. In the *Input layer* dropdown list, select the *DEM* layer
5. In the *Mask layer* dropdown list, select the *Districts* layer
6. Scroll down and specify an output location in the *Clipped (mask)* text field by clicking the ... button and choosing *Save to File...*
  1. Navigate to the *Rasterprac* directory
  2. Enter a file name - *DEM\_clipped.tif*
  3. Save
7. Make sure that  *Open output file after running algorithm* is checked
8. Click *Run*

After the clipping operation has completed, leave the *Clip Raster by Mask Layer* dialog open, to be able to reuse the clipping area
9. Select the *Rainfall* raster layer in the *Input layer* dropdown list and save your output as *Rainfall\_clipped.tif*
10. Do not change any other options. Leave everything the same and click *Run*.
11. After the second clipping operation has completed, you may close the *Clip Raster by Mask Layer* dialog
12. Save the map


## Align the rasters

For our analysis we need the rasters to have the same CRS and they have to be aligned.

First we change the resolution of our rainfall data to 30 meters (pixel size):

1. Right-click on the `Rainfall_clipped` layer and select *Export*  *Save As...* in the context menu.
2. Set the *Horizontal* and *Vertical* resolution to 30 (meters).
3. Save the file as `Rainfall30.tif` in `rainfall/reprojected` (*File name*)`

Then we align the DEM:

1. Right-click on the `DEM_clipped` layer and select *Export*  *Save As...* in the context menu
2. For *CRS*, choose *WGS 84 / UTM zone 33S* (EPSG code 32733)
3. Set the *Horizontal* and *Vertical* resolution to 30 (meters)
4. Under *Extent*, click on *Calculate from Layer* and choose `rainfall30`
5. Save the file as `DEM30.tif` in `DEM/reprojected` (*File name*)

In order to properly see what's going on, the symbology for the layers needs to be changed.

### 8.4.8 Changing the symbology of vector layers

1. In the *Layers* panel, right-click on the *Streets* layer
2. Select *Properties* from the menu that appears
3. Switch to the *Symbology* tab in the dialog that appears
4. Click on the *Color* dropdown
5. Select a new color in the dialog that appears
6. Fai clic su *OK*
7. Click *OK* again in the *Layer Properties* dialog. This will change the color of the *Streets* layer.
8. Follow a similar process for the *Zoning* layer and choose an appropriate color for it

### 8.4.9 Changing the symbology of raster layers

Raster layer symbology is somewhat different.

1. Open the *Properties* dialog for the *Rainfall30* raster layer
2. Switch to the *Symbology* tab. You'll notice that this dialog is very different from the version used for vector layers.
3. Expand *Min/Max Value Settings*
4. Ensure that the button *Mean +/- standard deviation* is selected
5. Make sure that the value in the associated box is `2.00`
6. For *Contrast enhancement*, make sure it says *Stretch to MinMax*
7. For *Color gradient*, change it to *White to Black*
8. Fai clic su *OK*

The `Rainfall30` raster, if visible, should change colors, allowing you to see different brightness values for each pixel

9. Repeat this process for the `DEM30` layer, but set the standard deviations used for stretching to `4.00`

### 8.4.10 Clean up the map

1. Remove the original Rainfall and DEM layers, as well as Rainfall\_clipped and DEM\_clipped from the *Layers* panel:
  - Right-click on these layers and select *Remove*.

---

**Nota:** This will not remove the data from your storage device, it will merely take it out of your map.

---

2. Save the map
3. You can now hide the vector layers by unchecking the box next to them in the *Layers* panel. This will make the map render faster and will save you some time.

### 8.4.11 Create the hillshade

In order to create the hillshade, you will need to use an algorithm that was written for this purpose.

1. In the *Layers* panel, ensure that DEM30 is the active layer (i.e., it is highlighted by having been clicked on)
2. Click on the *Raster ▾ Analysis ▾ Hillshade...* menu item to open the *Hillshade* dialog
3. Scroll down to *Hillshade* and save the output in your Rasterprac directory as hillshade.tif
4. Make sure that  *Open output file after running algorithm* is checked
5. Click *Run*
6. Wait for it to finish processing.

The new hillshade layer has appeared in the *Layers* panel.

1. Right-click on the hillshade layer in the *Layers* panel and bring up the *Properties* dialog
2. Click on the *Transparency* tab and set the *Global Opacity* slider to 20%
3. Fai clic su *OK*
4. Note the effect when the transparent hillshade is superimposed over the clipped DEM. You may have to change the order of your layers, or click off the rainfall30 layer in order to see the effect.

### 8.4.12 Slope

1. Click on the *Raster ▾ Analysis ▾ Slope...* menu item to open the *Slope* algorithm dialog
2. Select DEM30 as *Input layer*
3. Check  *Slope expressed as percent instead of degrees*. Slope can be expressed in different units (percent or degrees). Our criteria suggest that the plant of interest grows on slopes with a gradient between 15% and 60%. So we need to make sure our slope data is expressed as a percent.
4. Specify an appropriate file name and location for your output.
5. Make sure that  *Open output file after running algorithm* is checked
6. Click *Run*

The slope image has been calculated and added to the map. As usual, it is rendered in grayscale. Change the symbology to a more colorful one:

1. Open the layer *Properties* dialog (as usual, via the right-click menu of the layer)
2. Click on the *Symbology* tab
3. Where it says *Singleband gray* (in the *Render type* dropdown menu), change it to *Singleband pseudocolor*

4. Choose *Mean +/- standard deviation x* for *Min / Max Value Settings* with a value of 2.0
5. Select a suitable *Color ramp*
6. Click *Run*

### 8.4.13 Try Yourself Aspect

Use the same approach as for calculating the slope, choosing *Aspect...* in the *Raster ▾ Analysis* menu.

Remember to save the project periodically.

### 8.4.14 Reclassifying rasters

1. Choose *Raster ▾ Raster calculator...*
2. Specify your `Rasterprac` directory as the location for the *Output layer* (click on the ... button), and save it as `slope15_60.tif`
3. Ensure that the *Open output file after running algorithm* box is selected.

In the *Raster bands* list on the left, you will see all the raster layers in your *Layers* panel. If your Slope layer is called *slope*, it will be listed as `slope@1`. Indicating band 1 of the slope raster.

4. The slope needs to be between 15 and 60 degrees.

Using the list items and buttons in the interface, build the following expression:

```
(slope@1 > 15) AND (slope@1 < 60)
```

5. Set the *Output layer* field to an appropriate location and file name.
6. Click *Run*.

Now find the correct aspect (east-facing: between 45 and 135 degrees) using the same approach.

1. Build the following expression:

```
(aspect@1 > 45) AND (aspect@1 < 135)
```


You will know it worked when all of the east-facing slopes are white in the resulting raster (it's almost as if they are being lit by the morning sunlight).

Find the correct rainfall (greater than 1000 mm) the same way. Use the following expression:

```
rainfall30@1 > 1000
```

Now that you have all three criteria each in separate rasters, you need to combine them to see which areas satisfy all the criteria. To do so, the rasters will be multiplied with each other. When this happens, all overlapping pixels with a value of 1 will retain the value of 1 (i.e. the location meets the criteria), but if a pixel in any of the three rasters has the value of 0 (i.e. the location does not meet the criteria), then it will be 0 in the result. In this way, the result will contain only the overlapping areas that meet all of the appropriate criteria.

### 8.4.15 Combining rasters

1. Open the *Raster Calculator* (*Raster  Raster Calculator...*)
2. Build the following expression (with the appropriate names for your layers):

```
[aspect45_135] * [slope15_60] * [rainfall_1000]
```

3. Set the output location to the `Rasterprac` directory
4. Name the output raster `aspect_slope_rainfall.tif`
5. Ensure that  *Open output file after running algorithm* is checked
6. Click *Run*

The new raster now properly displays the areas where all three criteria are satisfied.

Save the project.

The next criterion that needs to be satisfied is that the area must be 250 m away from urban areas. We will satisfy this requirement by ensuring that the areas we compute are inside rural areas, and are 250 m or more from the edge of the area. Hence, we need to find all rural areas first.

### 8.4.16 Finding rural areas


1. Hide all layers in the *Layers* panel
2. Unhide the `Zoning` vector layer
3. Right-click on it and bring up the *Attribute Table* dialog. Note the many different ways that the land is zoned here. We want to isolate the rural areas. Close the *Attribute table*.
4. Right-click on the `Zoning` layer and select *Filter...* to bring up the *Query Builder* dialog
5. Build the following query:

```
"Gen_Zoning" = 'Rural'
```

See the earlier instructions if you get stuck.

6. Click *OK* to close the *Query Builder* dialog. The query should return one feature.



You should see the rural polygons from the `Zoning` layer. You will need to save these.

1. In the right-click menu for `Zoning`, select *Export  Save Features As...*
2. Save your layer under the `Rasterprac` directory
3. Name the output file `rural.shp`
4. Click *OK*
5. Save the project

Now you need to exclude the areas that are within 250m from the edge of the rural areas. Do this by creating a negative buffer, as explained below.



### 8.4.17 Creating a negative buffer



1. Click the menu item *Vector*  *Geoprocessing Tools*  *Buffer...*
2. In the dialog that appears, select the `rural` layer as your input vector layer (*Selected features only* should not be checked)
3. Set *Distance* to `-250`. The negative value means that the buffer will be an internal buffer. Make sure that the units are meters in the dropdown menu.
4. Check  *Dissolve result*
5. In *Buffered*, place the output file in the `Rasterprac` directory, and name it `rural_buffer.shp`
6. Click *Save*
7. Click *Run* and wait for the processing to complete
8. Close the *Buffer* dialog.

Make sure that your buffer worked correctly by noting how the `rural_buffer` layer is different from the `rural` layer. You may need to change the drawing order in order to observe the difference.

9. Remove the `rural` layer
10. Save the project

Now you need to combine your `rural_buffer` vector layer with the `aspect_slope_rainfall` raster. To combine them, we will need to change the data format of one of the layers. In this case, you will vectorize the raster, since vector layers are more convenient when we want to calculate areas.

### 8.4.18 Vectorizing the raster

1. Click on the menu item *Raster*  *Conversion*  *Polygonize (Raster to Vector)...*
2. Select the `aspect_slope_rainfall` raster as *Input layer*
3. Set *Name of the field to create* to `suitable` (the default field name is DN - Digital number data)
4. Save the output. Under *Vectorized*, select *Save file as*. Set the location to `Rasterprac` and name the file `aspect_slope_rainfall_all.shp`.
5. Ensure that  *Open output file after running algorithm* is checked
6. Click *Run*
7. Close the dialog when processing is complete

All areas of the raster have been vectorized, so you need to select only the areas that have a value of 1 in the `suitable` field. (Digital Number.

1. Open the *Query Builder* dialog (right-click - *Filter...*) for the new vector layer
2. Build this query:

```
"suitable" = 1
```

3. Fai clic su *OK*
4. After you are sure the query is complete (and only the areas that meet all three criteria, i.e. with a value of 1 are visible), create a new vector file from the results, using the *Export* → *Save Features As...* in the layer's right-click menu
5. Save the file in the `Rasterprac` directory
6. Name the file `aspect_slope_rainfall_1.shp`
7. Remove the `aspect_slope_rainfall_all` layer from your map
8. Save your project



When we use an algorithm to vectorize a raster, sometimes the algorithm yields what is called «Invalid geometries», i.e. there are empty polygons, or polygons with mistakes in them, that will be difficult to analyze in the future. So, we need to use the «Fix Geometry» tool.

### 8.4.19 Fixing geometry

1. In the *Processing Toolbox*, search for «Fix geometries», and *Execute...* it
2. For the *Input layer*, select `aspect_slope_rainfall_1`
3. Under *Fixed geometries*, select *Save file as*, and save the output to `Rasterprac` and name the file `fixed_aspect_slope_rainfall.shp`.
4. Ensure that  *Open output file after running algorithm* is checked
5. Click *Run*
6. Close the dialog when processing is complete

Now that you have vectorized the raster, and fixed the resulting geometry, you can combine the aspect, slope, and rainfall criteria with the distance from human settlement criteria by finding the intersection of the `fixed_aspect_slope_rainfall` layer and the `rural_buffer` layer.

### 8.4.20 Determining the Intersection of vectors



1. Click the menu item *Vector*  *Geoprocessing Tools*  *Intersection...*
2. In the dialog that appears, select the `rural_buffer` layer as *Input layer*
3. For the *Overlay layer*, select the `fixed_aspect_slope_rainfall` layer
4. In *Intersection*, place the output file in the `Rasterprac` directory
5. Name the output file `rural_aspect_slope_rainfall.shp`
6. Click *Save*
7. Click *Run* and wait for the processing to complete
8. Close the *Intersection* dialog.

Make sure that your intersection worked correctly by noting that only the overlapping areas remain.

9. Save the project

The next criteria on the list is that the area must be greater than  $6000 \text{ m}^2$ . You will now calculate the polygon areas in order to identify the areas that are the appropriate size for this project.

### 8.4.21 Calculating the area for each polygon

1. Open the new vector layer's right-click menu
2. Select *Open attribute table*
3. Click the  *Toggle editing* button in the top left corner of the table, or press `Ctrl+e`
4. Click the  *Open field calculator* button in the toolbar along the top of the table, or press `Ctrl+i`
5. In the dialog that appears, make sure that  *Create new field* is checked, and set the *Output field name* to `area`. The output field type should be a decimal number (real). Set *Precision* to 1 (one decimal).
6. In the *Expression* area, type:


\$area

This means that the field calculator will calculate the area of each polygon in the vector layer and will then populate a new integer column (called `area`) with the computed value.

7. Fai clic su *OK*
8. Do the same thing for another new field called `id`. In *Field calculator expression*, type:

`$id`

This ensures that each polygon has a unique ID for identification purposes.

9. Click  *Toggle editing* again, and save your edits if prompted to do so

### 8.4.22 Selecting areas of a given size

Now that the areas are known:

1. Build a query (as usual) to select only the polygons that are larger than  $6000\text{ m}^2$ . The query is:


`"area" > 6000`

2. Save the selection in the `Rasterprac` directory as a new vector layer called `suitable_areas.shp`.






You now have the suitable areas that meet all of the habitat criteria for the rare fynbos plant, from which you will pick the four areas that are nearest to the University of Cape Town.

### 8.4.23 Digitize the University of Cape Town


1. Create a new vector layer in the `Rasterprac` directory as before, but this time, use *Point* as *Geometry type* and name it `university.shp`
2. Ensure that it is in the correct CRS (`Project CRS:EPSG:32733 - WGS 84 / UTM zone 33S`)
3. Finish creating the new layer (click *OK*)
4. Hide all layers except the new `university` layer and the `Streets` layer.
5. Add a background map (OSM):

1. Go to the *Browser* panel and navigate to *XYZ Tiles*  *OpenStreetMap*
2. Drag and drop the `OpenStreetMap` entry to the bottom of the *Layers* panel

Using your internet browser, look up the location of the University of Cape Town. Given Cape Town's unique topography, the university is in a very recognizable location. Before you return to QGIS, take note of where the university is located, and what is nearby.

6. Ensure that the `Streets` layer is clicked on, and that the `university` layer is highlighted in the *Layers* panel
7. Navigate to the *View*  *Toolbars* menu item and ensure that *Digitizing* is selected. You should then see a toolbar icon with a pencil on it ( *Toggle editing*). This is the *Toggle Editing* button.
8. Click the *Toggle editing* button to enter *edit mode*. This allows you to edit a vector layer
9. Click the  *Add Point Feature* button, which should be nearby the  *Toggle editing* button
10. With the *Add feature* tool activated, left-click on your best estimate of the location of the University of Cape Town
11. Supply an arbitrary integer when asked for the `id`
12. Fai clic su *OK*
13. Click the  *Save Layer Edits* button
14. Click the *Toggle editing* button to stop your editing session
15. Save the project

### 8.4.24 Find the locations that are closest to the University of Cape Town

1. Go to the *Processing Toolbox*, locate the *Join Attributes by Nearest* algorithm (*Vector general*  *Join Attributes by Nearest*) and execute it
2. *Input layer* should be `university`, and *Input layer 2* `suitable_areas`
3. Set an appropriate output location and name (*Joined layer*)
4. Set the *Maximum nearest neighbors* to 4
5. Ensure that  *Open output file after running algorithm* is checked
6. Leave the rest of the parameters with their default values
7. Click *Run*

The resulting point layer will contain four features - they will all have the location of the university and its attributes, and in addition, the attributes of the nearby suitable areas (including the `id`), and the distance to that location.

1. Open the attribute table of the result of the join
2. Note the `id` of the four nearest suitable areas, and then close the attribute table
3. Open the attribute table of the `suitable_areas` layer
4. Build a query to select the four suitable areas closest to the university (selecting them using the `id` field)

This is the final answer to the research question.

For your submission, create a fully labeled layout that includes the semi-transparent hillshade layer over an appealing raster of your choice (such as the DEM or the slope raster, for example). Also include the university and the `suitable_areas` layer, with the four suitable areas that are closest to the university highlighted. Follow all the best practices for cartography in creating your output map.

I plugin permettono di estendere le funzionalità che QGIS offre. In questo modulo, ti sarà mostrato come attivare e utilizzare i plugin.

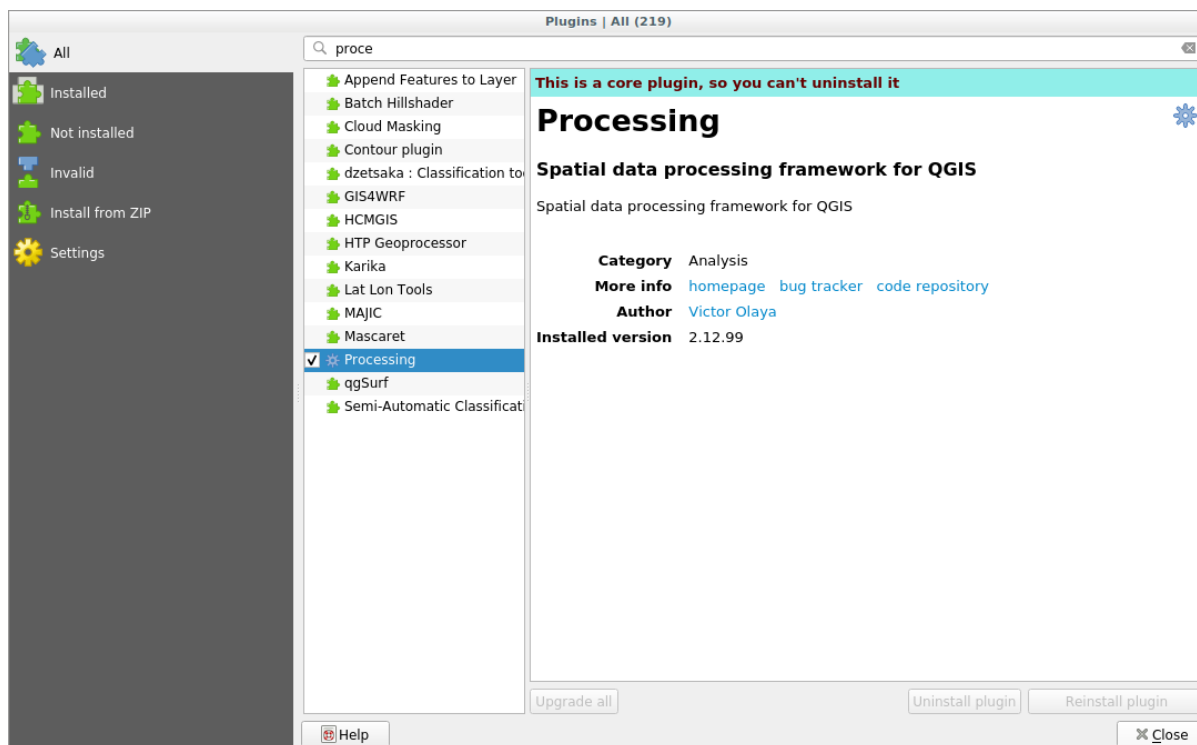
## 9.1 Lesson: Installing and Managing Plugins

To begin using plugins, you need to know how to download, install and activate them. To do this, you will learn how to use the *Plugin Installer* and *Plugin Manager*.

**The goal for this lesson:** To understand and use QGIS' plugin system.

### 9.1.1 Follow Along: Managing Plugins

1. To open the *Plugin Manager*, click on the menu item *Plugins > Manage and Install Plugins*.
2. In the dialog that opens, find the *Processing* plugin:
3. Click in the box next to this plugin and uncheck it to deactivate it.
4. Click *Close*.
5. Looking at the menu, you will notice that the *Processing* menu is now gone. This means that many of the processing functions you have been using before have disappeared! For example look at the *Vector >* and *Raster >* menus. This is because they are part of the *Processing* plugin, which needs to be activated to use them.
6. Open the *Plugin Manager* again and reactivate the *Processing* plugin by clicking in the checkbox next to it.
7. *Close* the dialog. The *Processing* menu and functions should be available again.



### 9.1.2 Follow Along: Installing New Plugins

The list of plugins that you can activate and deactivate draws from the plugins that you currently have installed. To install new plugins:

1. Select the *Not Installed* option in the *Plugin Manager* dialog. The plugins available for you to install will be listed here. This list will vary depending on your existing system setup.
2. Find information about the plugin by selecting it in the list
3. Install the one(s) you are interested in by clicking the *Install Plugin* button below the plugin information panel.

---

**Nota:** if the plugin has some error it will be listed in the *Invalid* tab. You can then contact the plugin owner to fix the problem.

---

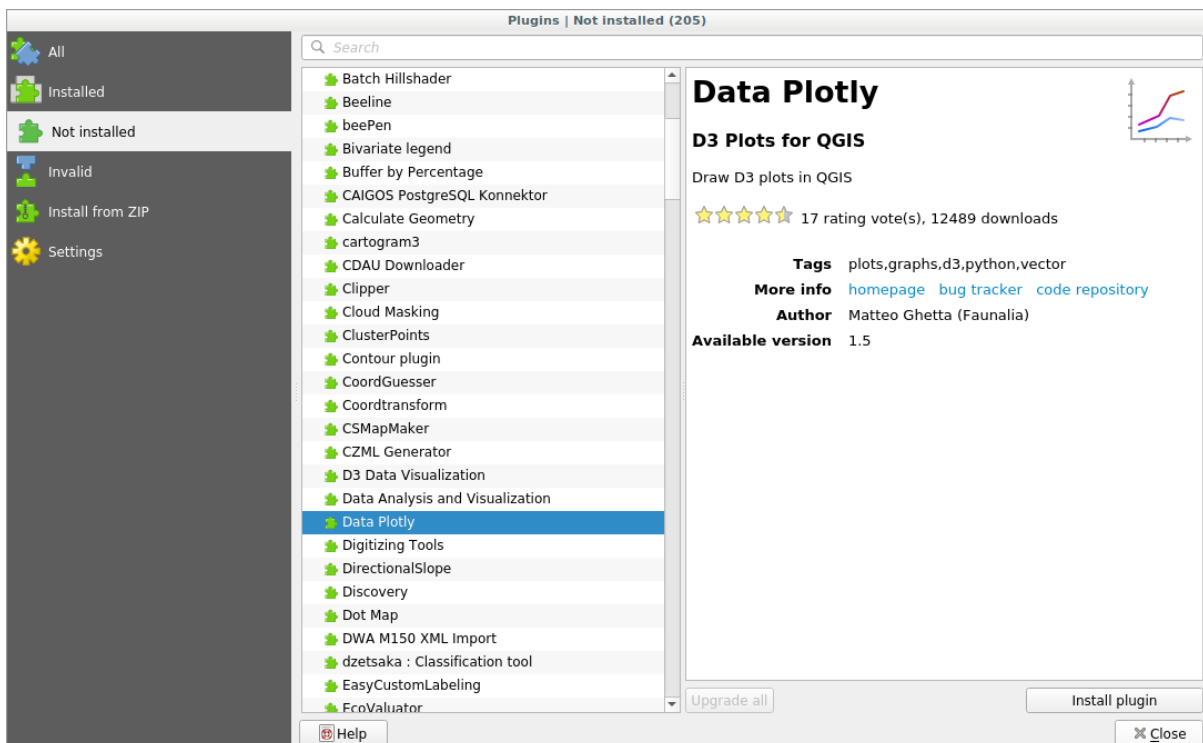
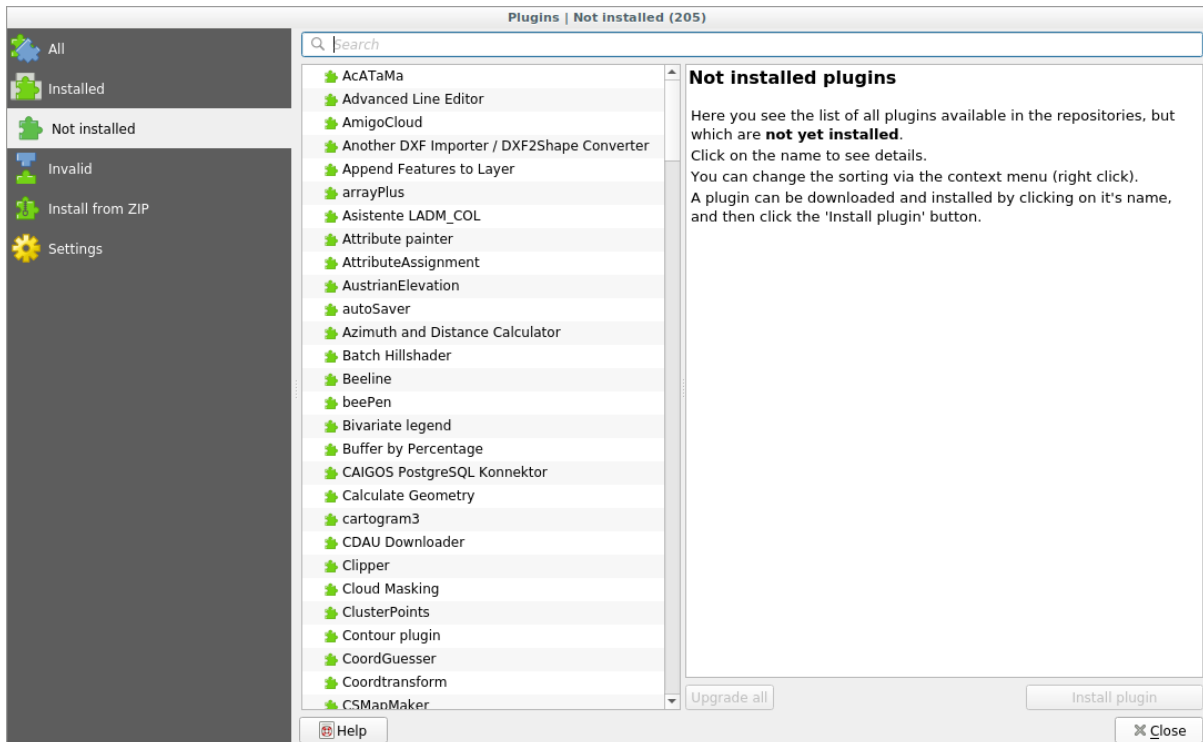
### 9.1.3 Follow Along: Configuring Additional Plugin Repositories

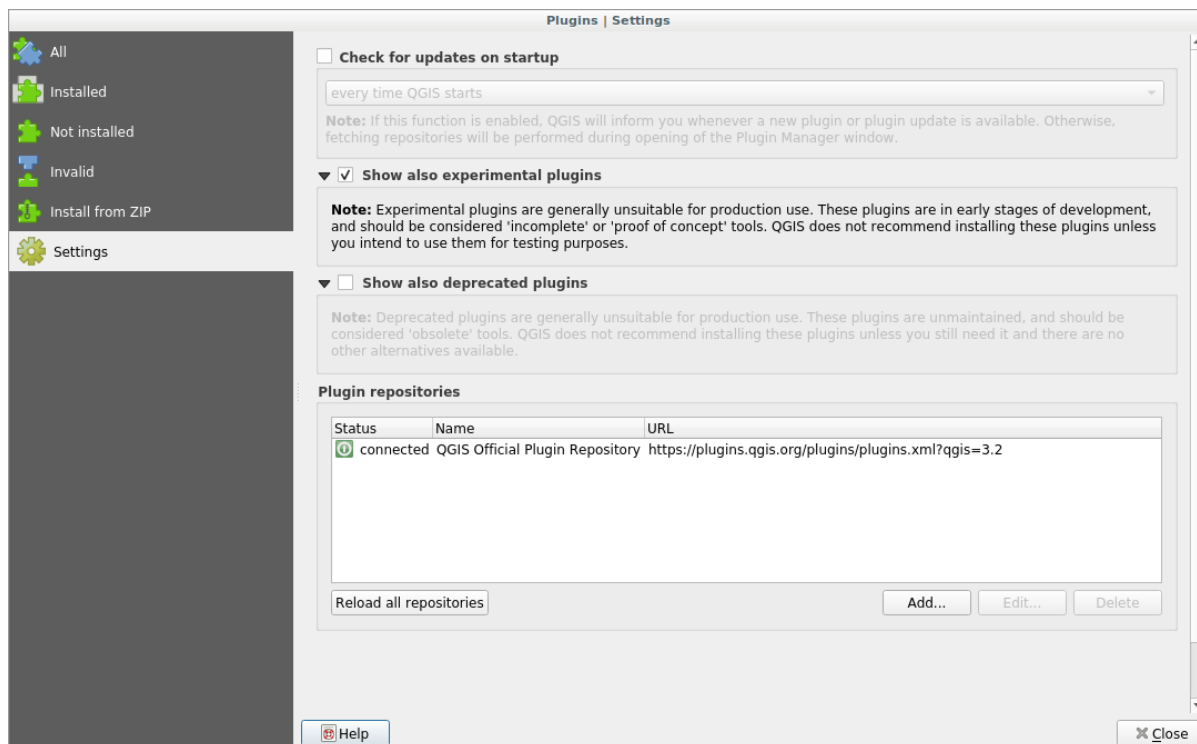
The plugins that are available to you for installation depend on which plugin *repositories* you are configured to use.

QGIS plugins are stored online in repositories. By default, only the [official repository](#) is active, meaning that you can only access plugins that are published there. Given the diversity of available tools, this repository should meet most of your needs.

It is possible, however, to try out more plugins than the default ones. First, you want to configure additional repositories. To do this:

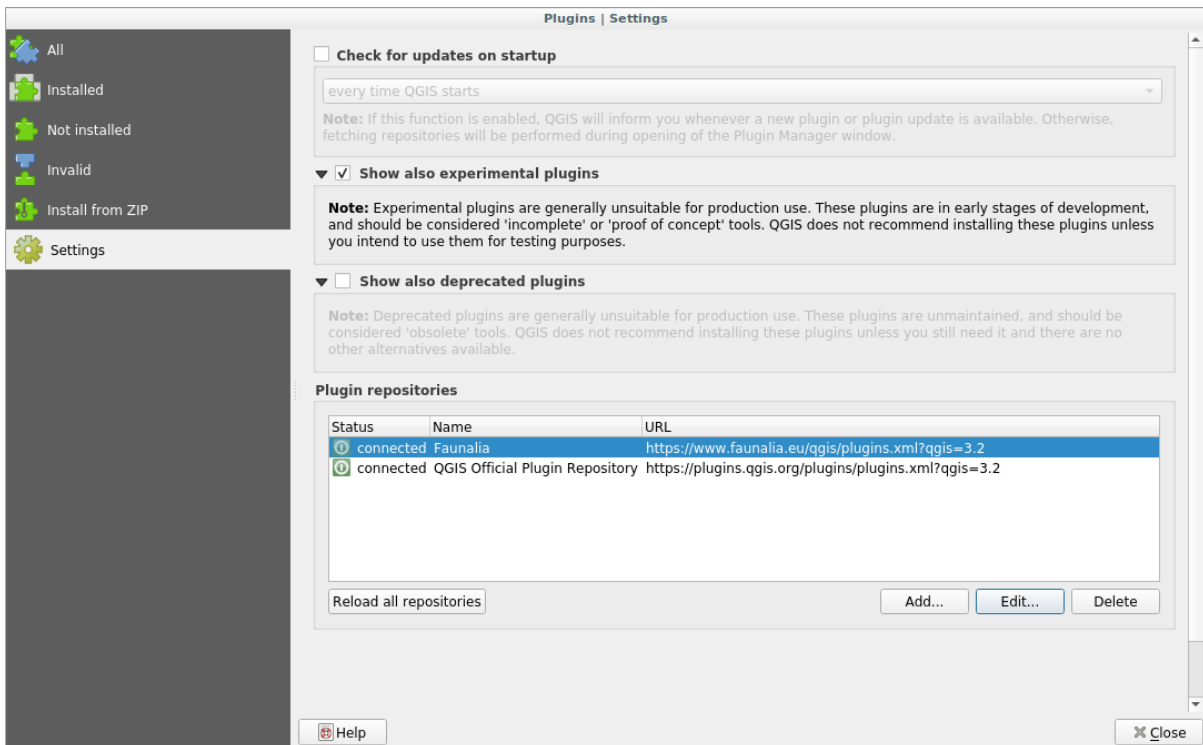
1. Open the *Settings* tab in the *Plugin Manager* dialog
2. Click *Add* to find and add a new repository.
3. Provide a Name and URL for the new repository you want to configure and make sure the *Enabled* checkbox is selected.







4. You will now see the new plugin repo listed in the list of configured Plugin Repositories



5. You can also select the option to display Experimental Plugins by selecting the *Show also experimental plugins* checkbox.
6. If you now switch back to the *Not Installed* tab, you will see that additional plugins are available for installation.
7. To install a plugin, click on it in the list and then on the *Install plugin* button.

### 9.1.4 In Conclusion

Installing plugins in QGIS should be straightforward and effective!

### 9.1.5 What's Next?

Next we'll introduce you to some useful plugins as examples.


## 9.2 Lesson: Useful QGIS Plugins

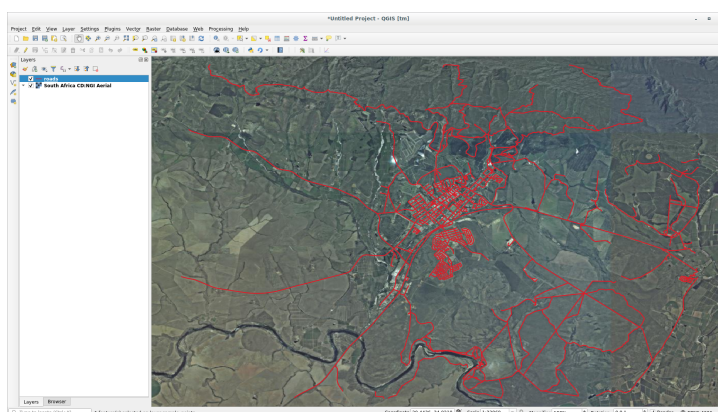
Now that you can install, enable and disable plugins, let's see how this can help you in practice by looking at some examples of useful plugins.

**The goal for this lesson:** To familiarize yourself with the plugin interface and get acquainted with some useful plugins.


## 9.2.1 Follow Along: The QuickMapServices Plugin

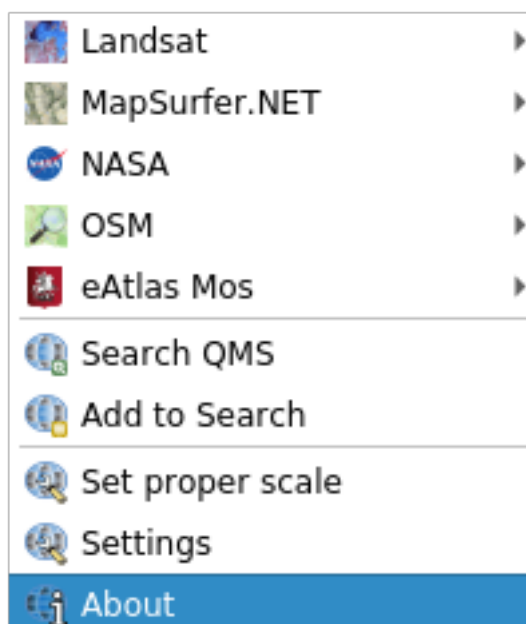
The QuickMapServices plugin is a simple and easy to use plugin that adds base maps to your QGIS project. It has many different options and settings, let's start to explore some of its features.

1. Start a new map and add the *roads* layer from the *training\_data* Geopackage.
2. Install the **QuickMapServices** plugin.
3. Open the plugin's search tab by clicking on *Web*  *Search QMS*. This option of the plugin allows you to filter the available base maps by the current extent of the map canvas.
4. Click on the *Filter by extent* and you should see one service available.
5. Click on the *Add* button next to the map to load it.
6. The base map will be loaded and you will have a satellite background for the map.





The QuickMapServices plugin makes a lot of base maps available.


1. Close the *Search QMS* panel we opened before
2. Click again on *Web*  *QuickMapServices*. The first menu lists different map providers with available maps:



But there is more.


If the default maps are not enough for you, you can add other map providers.

1. Click on *Web*  *QuickMapServices*  *Settings* and go to the *More services* tab.
2. Read carefully the message of this tab and if you agree click on the *Get Contributed pack* button.

If you now open the *Web*  *QuickMapServices* menu you will see that more providers are available. Choose the one that best fits your needs!

## 9.2.2 Follow Along: The QuickOSM Plugin

With an incredible simple interface, the QuickOSM plugin allows you to download [OpenStreetMap](#) data.

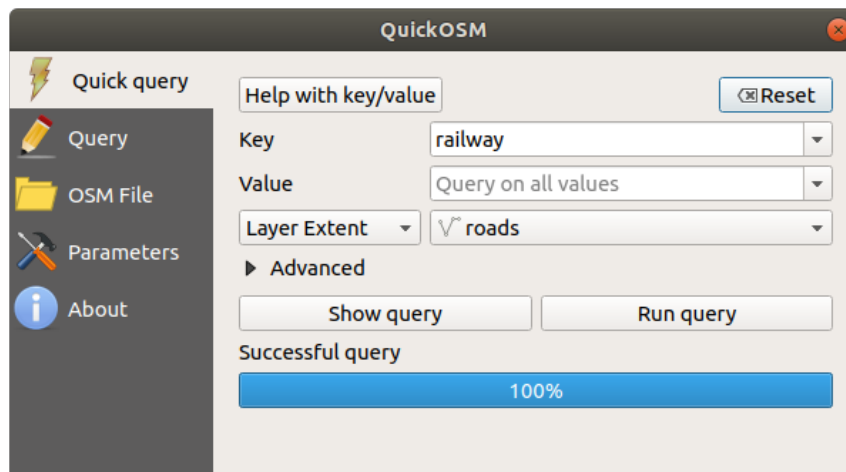
1. Start a new empty project and add the *roads* layer from the `training_data` GeoPackage.
2. Install the **QuickOSM** plugin. The plugin adds two new buttons in the QGIS Toolbar and is accessible in the *Vector*  *QuickOSM* menu.
3. Open the QuickOSM dialog. The plugin has many different tabs: we will use the *Quick Query* one.
4. You can download specific features by selecting a generic *Key* or be more specific and choose a specific *Key* and *Value* pair.

---

**Suggerimento:** if you are not familiar with the *Key* and *Value* system, click on the *Help with key/value* button. It will open a web page with a complete description of this concept of OpenStreetMap.


---

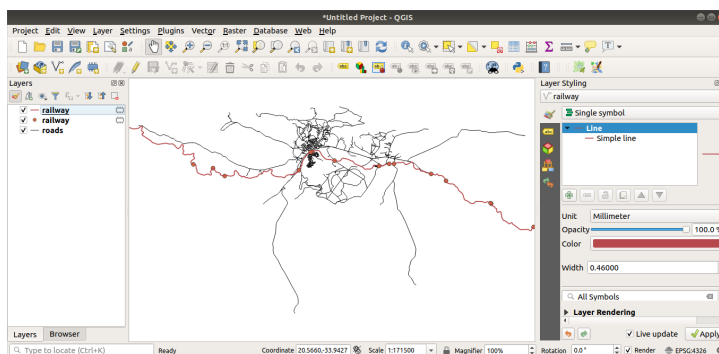
5. Look for *railway* in the *Key* menu and let the *Value* be empty: so we are downloading all the *railway* features without specifying any values.
6. Select *Layer Extent* in the next drop-down menu and choose *roads*.
7. Click on the *Run query* button.



After some seconds the plugin will download all the features tagged in OpenStreetMap as *railway* and load them directly into the map.

Nothing more! All the layers are loaded in the legend and are shown in the map canvas.

**Avvertimento:** QuickOSM creates temporary layer when downloading the data. If you want to save them permanently, click on the  icon next to the layer and choose the options you prefer. Alternatively you can open the *Advanced* menu in QuickOSM and choose where to save the data in the *Directory* menu.



## 9.2.3 Follow Along: The QuickOSM Query engine

The quickest way to download data from QuickOSM plugin is using the *Quick query* tab and set some small parameters. But if you need some more specific data?

If you are an OpenStreetMap query master you can use QuickOSM plugin also with your personal queries.

QuickOSM has an incredible data parser that, together with the amazing query engine of Overpass, lets you download data with your specific needs.

For example: we want to download the mountain peaks that belongs into a specific mountain area known as [Dolomites](#).

You cannot achieve this task with the *Quick query* tab, you have to be more specific and write your own query. Let's try to do this.

1. Start a new project.
2. Open the QuickOSM plugin and click on the *Query* tab.
3. Copy and paste the following code into the query canvas:

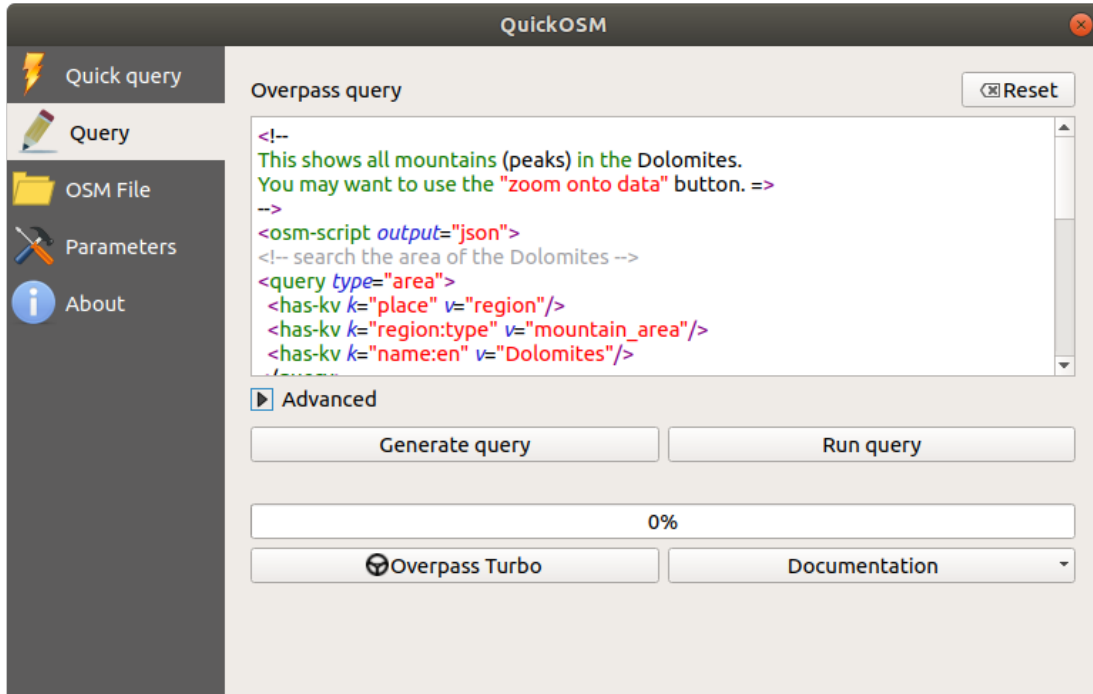
```

<!--
This shows all mountains (peaks) in the Dolomites.
You may want to use the "zoom onto data" button. =>
-->
<osm-script output="json">
<!-- search the area of the Dolomites -->
<query type="area">
  <has-kv k="place" v="region"/>
  <has-kv k="region:type" v="mountain_area"/>
  <has-kv k="name:en" v="Dolomites"/>
</query>
<print mode="body" order="quadtile"/>
<!-- get all peaks in the area -->
<query type="node">
  <area-query/>
  <has-kv k="natural" v="peak"/>
</query>
<print mode="body" order="quadtile"/>
<!-- additionally, show the outline of the area -->
<query type="relation">
  <has-kv k="place" v="region"/>
  <has-kv k="region:type" v="mountain_area"/>
  <has-kv k="name:en" v="Dolomites"/>
</query>
<print mode="body" order="quadtile"/>
<recurse type="down"/>
<print mode="skeleton" order="quadtile"/>
</osm-script>

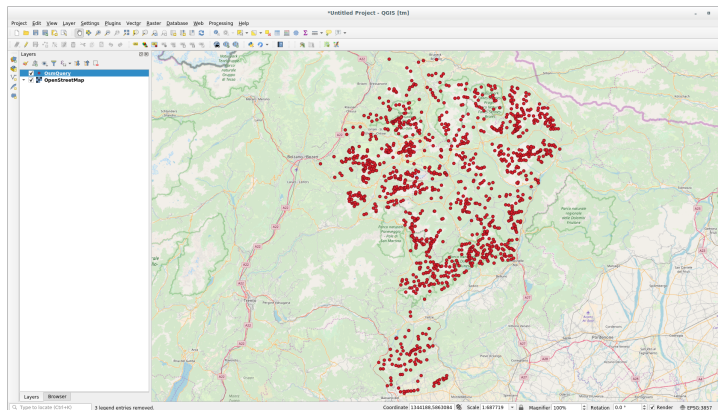
```

**Nota:** This query is written in a xml like language. If you are more used to the Overpass QL you can write the query in this language.

4. And click on *Run Query*:




The mountain peaks layer will be downloaded and shown in QGIS:



You can write complex queries using the [Overpass Query language](#). Take a look at some example and try to explore the query language.

## 9.2.4 Follow Along: The DataPlotly Plugin



The **DataPlotly** plugin allows you to create **D3** plots of vector attributes data thanks to the **plotly** library.

1. Start a new project
2. Load the *sample\_points* layer from the *exercise\_data/plugins* folder
3. Install the plugin following the guidelines described in *Follow Along: Installing New Plugins* searching *Data Plotly*
4. Open the plugin by clicking on the new icon in the toolbar or in the *Plugins*  *Data Plotly* menu


In the following example we are creating a simple `Scatter Plot` of two fields of the *sample\_points* layer. In the `DataPlotly Panel`:

1. Choose *sample\_points* in the Layer filter, *cl* for the *X Field* and *mg* for the *Y Field*:
2. If you want you can change the colors, the marker type, the transparency and many other settings: try to change some parameters to create the plot below.
3. Once you have set all the parameters, click on the *Create Plot* button to create the plot.

The plot is interactive: this means you can use all the upper buttons to resize, move, or zoom in/out the plot canvas. Moreover, each element of the plot is interactive: by clicking or selecting one or more point on the plot, the corresponding point(s) will be selected in the plot canvas.


You can save the plot as a `png` static image or as an `html` file by clicking on the  or on the  button in the lower right corner of the plot.

There is more. Sometimes it can be useful to have two (or more) plots showing different plot types with different variables on the same page. Let's do this!

1. Go back to the main plot settings tab by clicking on the  button in the upper left corner of the plugin panel
2. Change the *Plot Type* to *Box Plot*
3. Choose *group* as *Grouping Field* and *ph* as *Y Field*
4. In the lower part of the panel, change the *Type of Plot* from *SinglePlot* to *SubPlots* and let the default option *Plot in Rows* selected.
5. Once done click on the *Create Plot* button to draw the plot

Now both scatter plot and box plot are shown in the same plot page. You still have the chance to click on each plot item and select the corresponding features in the map canvas.

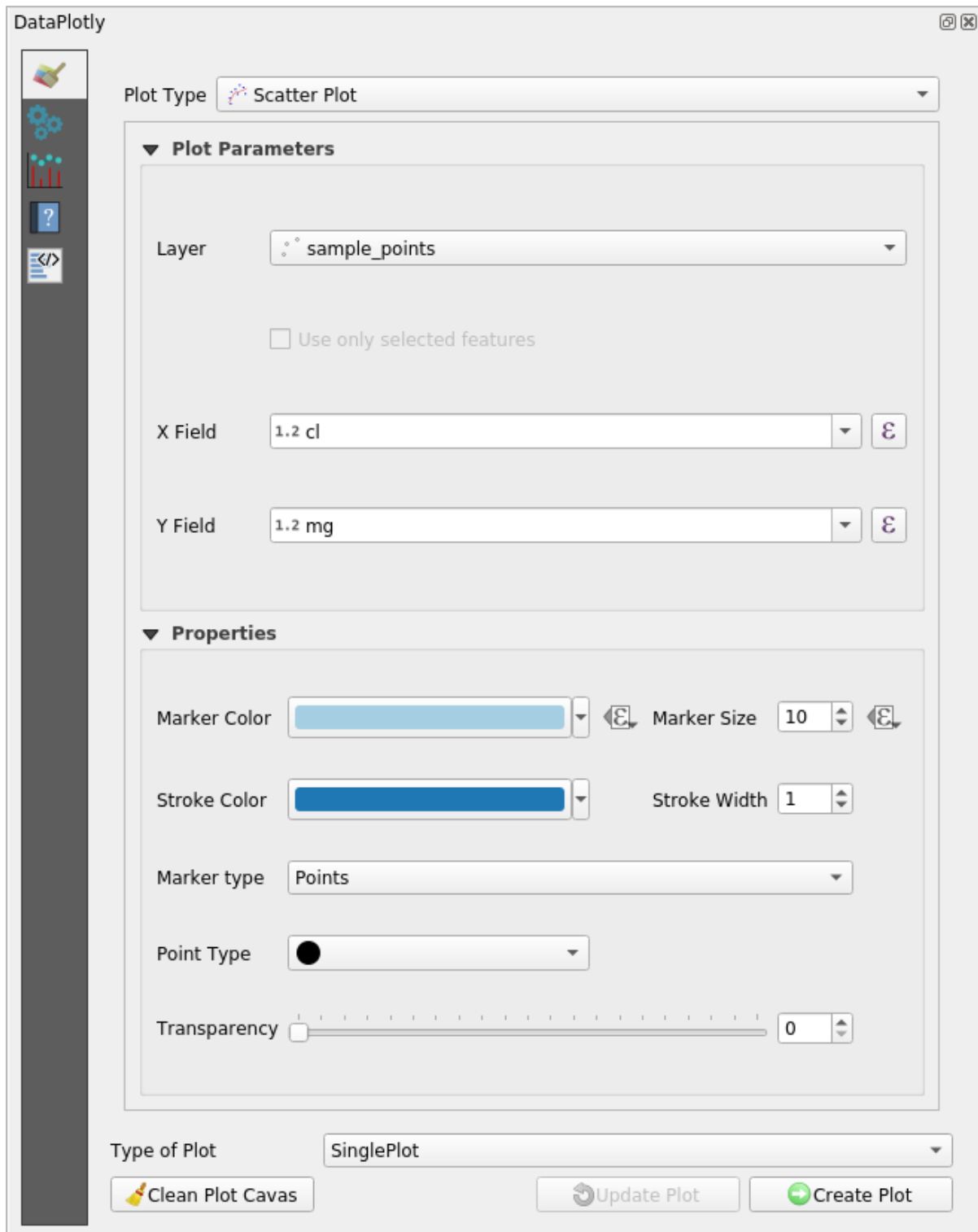
---

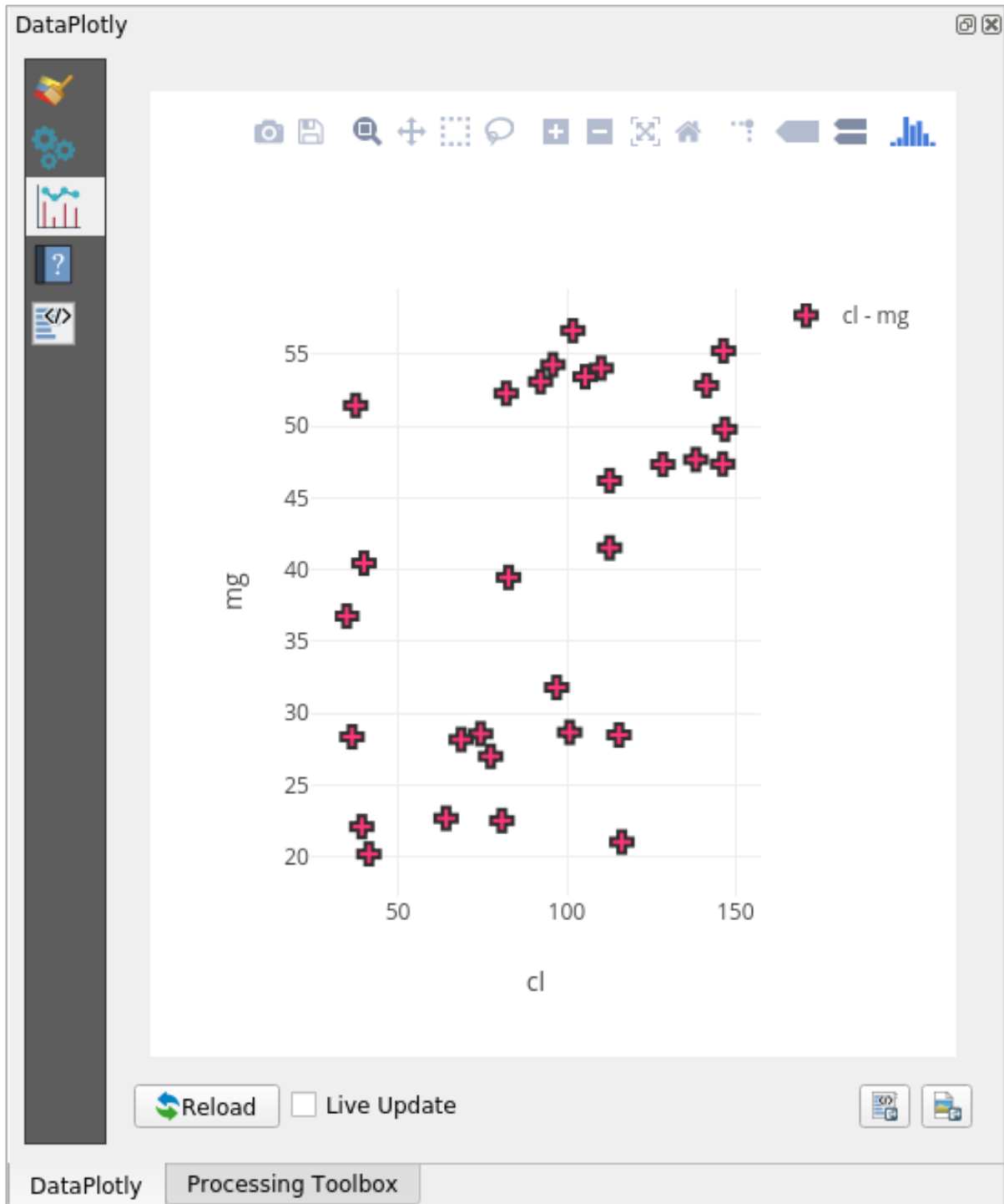
**Suggerimento:** Each plot has its own manual page available in the  tab. Try to explore all the plot types and see all the other settings available.

---

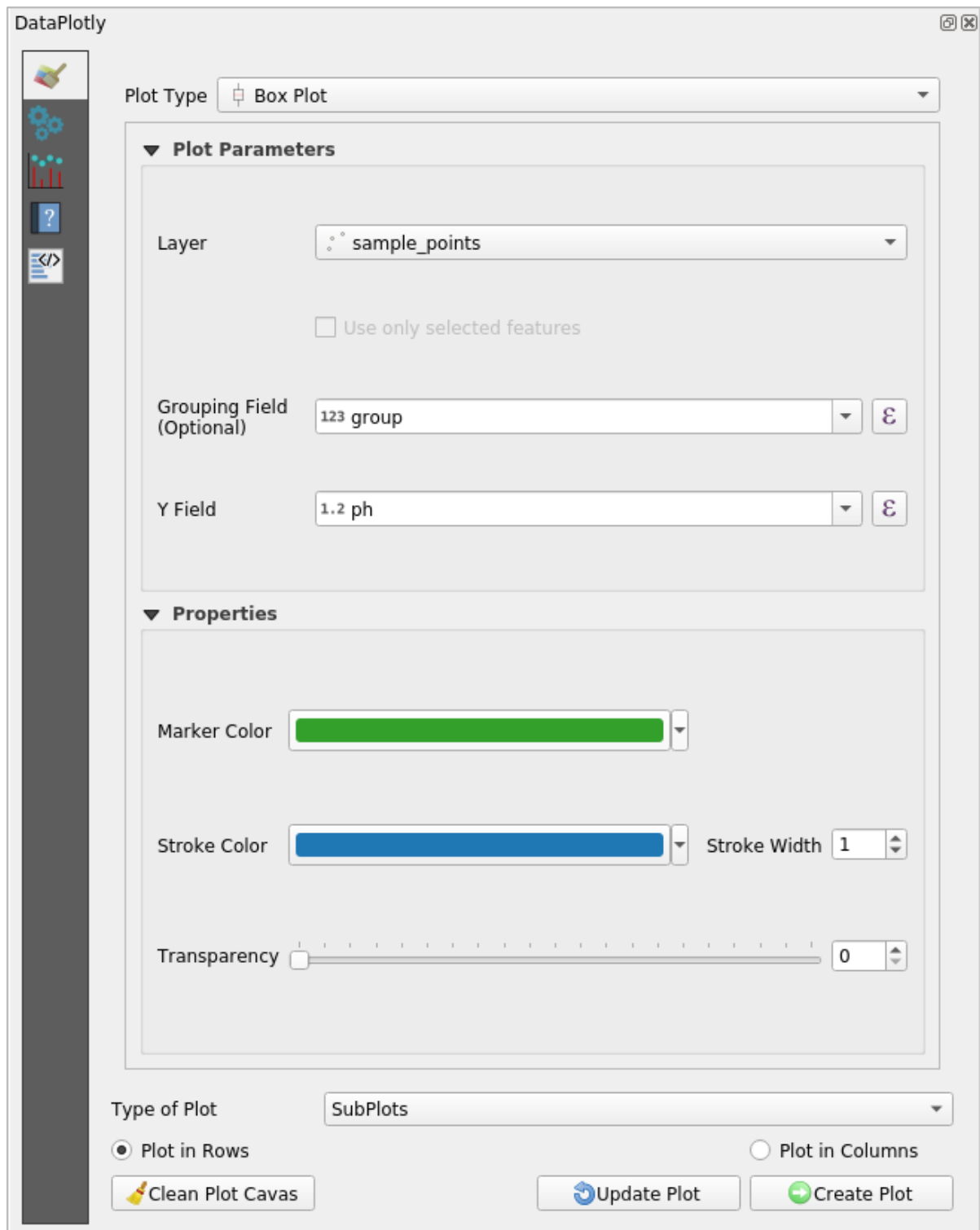
## 9.2.5 In Conclusion

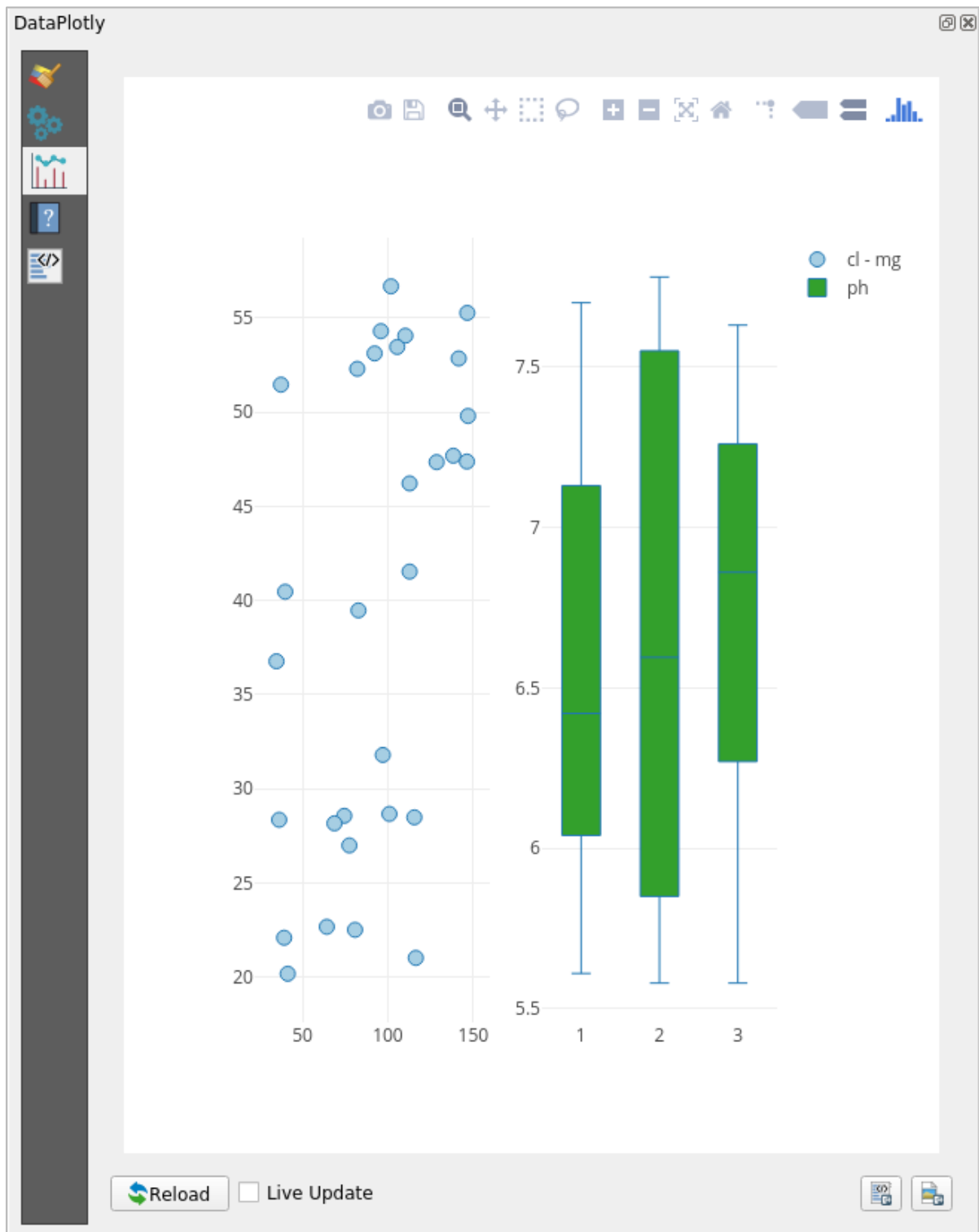
There are many useful plugins available for QGIS. Using the built-in tools for installing and managing these plugins, you can find new plugins and make optimum use of them.











## 9.2.6 What's Next?

Next we'll look at how to use layers that are hosted on remote servers in real time.



Quando consideriamo una sorgente dati per una mappa, non c'è la necessità di essere vincolati a quelli salvati sul computer con cui stai lavorando. Ci sono sorgenti di dati online da cui puoi caricare dati finché sei connesso ad internet.

In questo modulo, copriremo due tipologie di servizi GIS online: Web Mapping Services (WMS) e Web Feature Services (WFS).

### 10.1 Lesson: Web Mapping Services





Un Web Mapping Service (WMS) è un servizio ospitato su un server remoto. Simile a un sito Web, è possibile accedervi se si dispone di una connessione al server. Con QGIS, è possibile caricare un WMS direttamente nella vostra mappa.

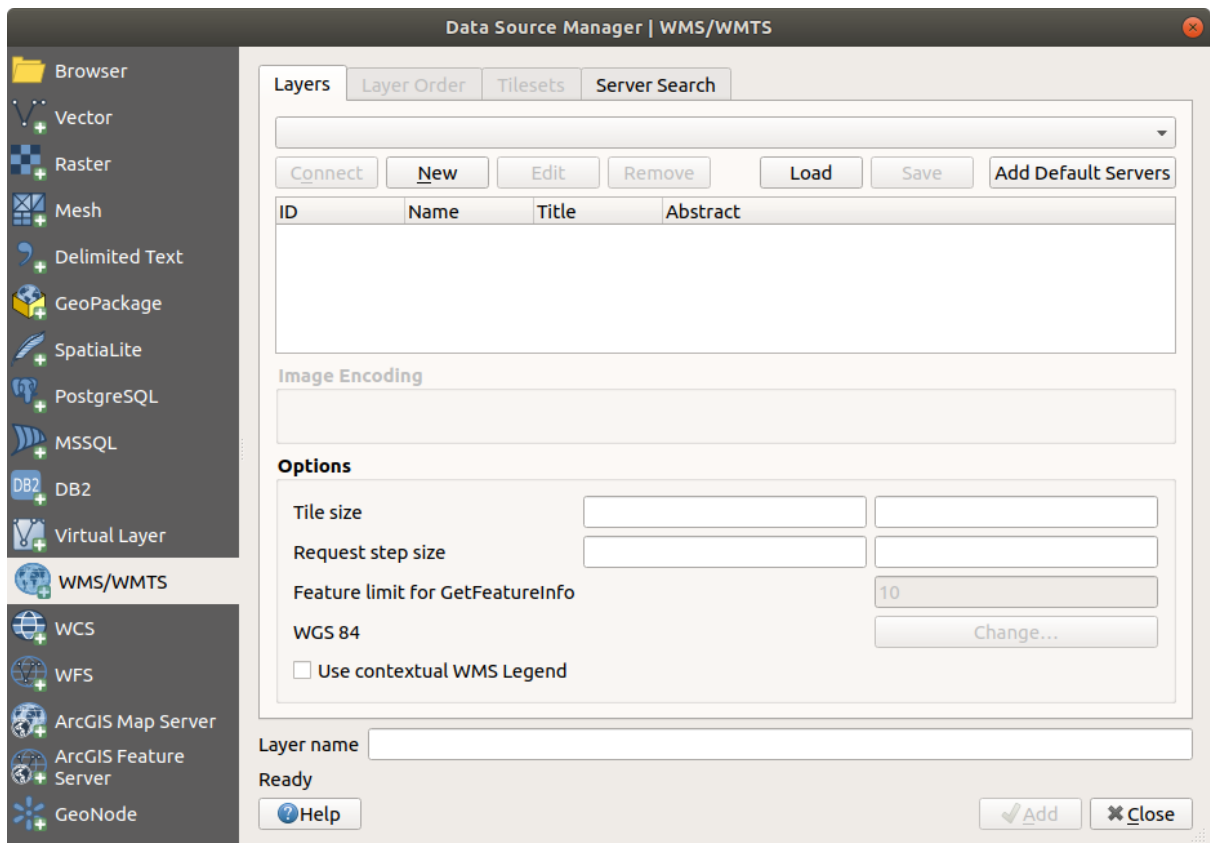
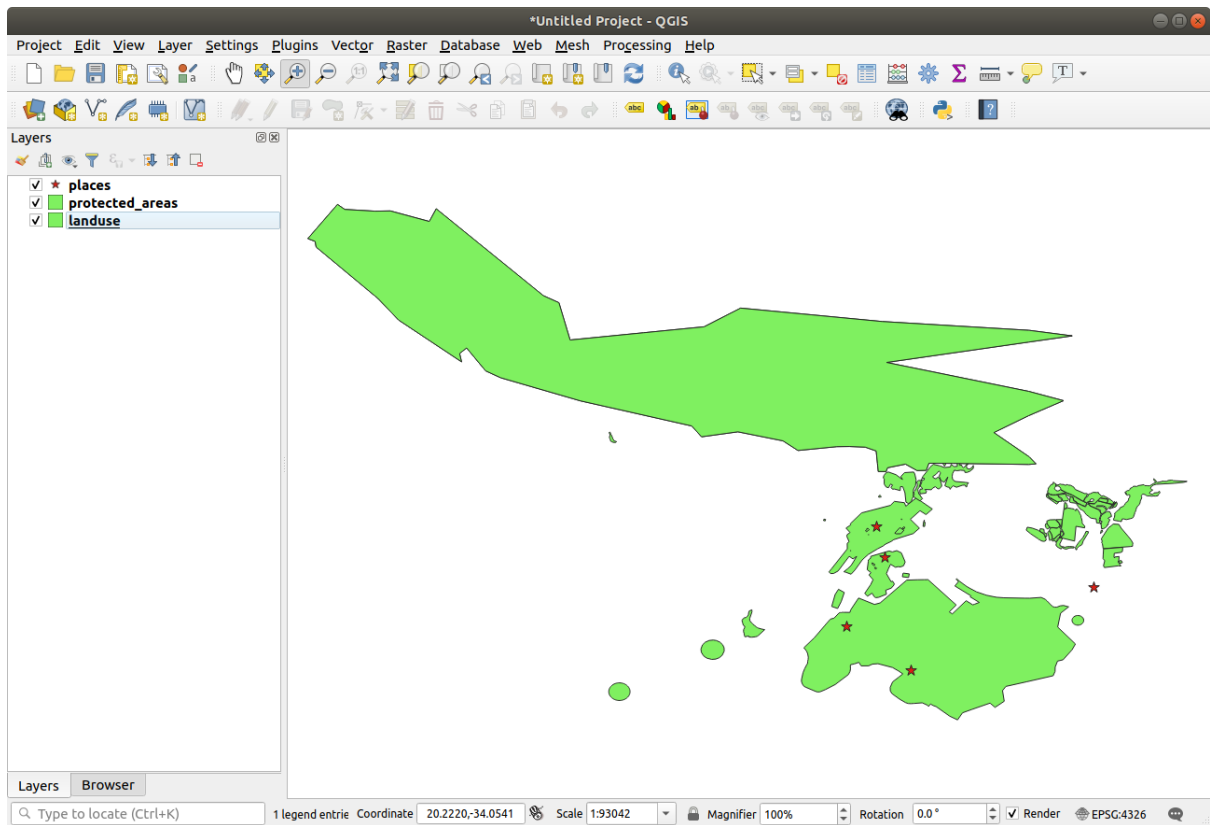
Nell'esercitazione sui plugin è stata spiegata come caricare una nuova immagine raster da Google. Tuttavia, questa è una operazione una tantum: una volta scaricata l'immagine, non ci saranno eventuali aggiornamenti futuri. Il caso del WMS è diverso in quanto si tratta di un servizio in tempo reale, che si aggiorna automaticamente.

**Lo scopo di questa esercitazione** Come usare un WMS e i suoi limiti.

#### 10.1.1 Follow Along: Caricare un raster WMS

For this exercise, you can either use the basic map you made at the start of the course, or just start a new map and load some existing layers into it. For this example, we used a new map and loaded the original *places*, *landuse* and *protected\_areas* layers and adjusted the symbology:

1. Carica questi vettori su una mappa nuova o esistente, con solo questi vettori visibili:
2. Before starting to add the WMS layer, deactivate «on the fly» projection (*Project*  *Properties...*  *CRS* tab, check *No projection (or unknown/non-Earth projection)*. This may cause the layers to no longer overlap properly, but don't worry: we'll fix that later.
3. To add WMS layers, click on the  button to open the *Data Source Manager* dialog and enable the  *WMS/WMTS* tab.

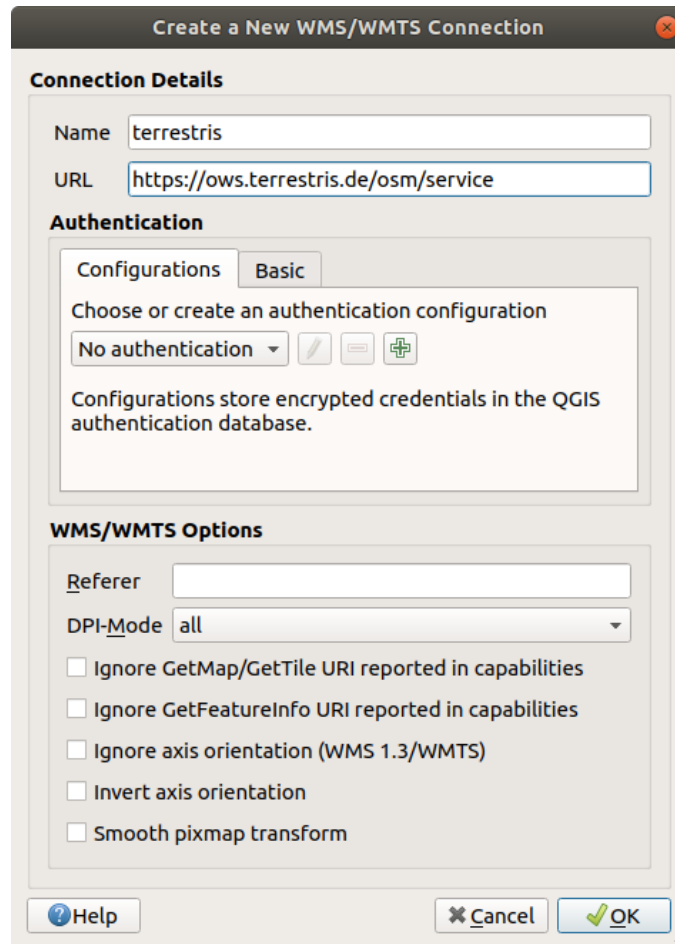


Remember how you connected to a SpatiaLite or GeoPackage database at the beginning of the course. The *landuse*, *buildings*, and *roads* layers are stored in a database. To use those layers, you first needed to connect to the database. Using a WMS is similar, with the exception that the layers are on a remote server.

- To create a new connection to a WMS, click on the *New* button.

You'll need a WMS address to continue. There are several free WMS servers available on the Internet. One of these is *terrestris*, which makes use of the *OpenStreetMap* dataset.

- To make use of this WMS, set it up in your current dialog, like this:



- The value of the *Name* field should be *terrestris*.
- The value of the *URL* field should be `https://ows.terrestris.de/osm/service`.

- Click *OK*. You should see the new WMS server listed:

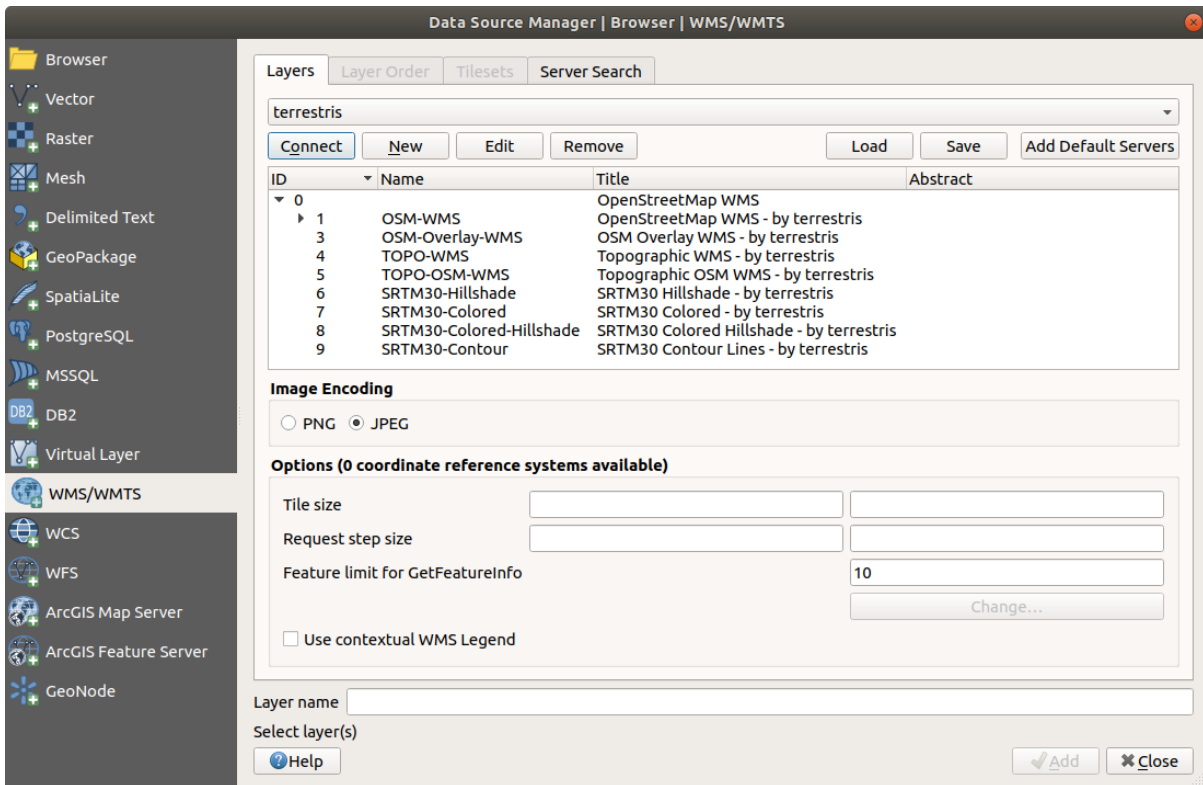
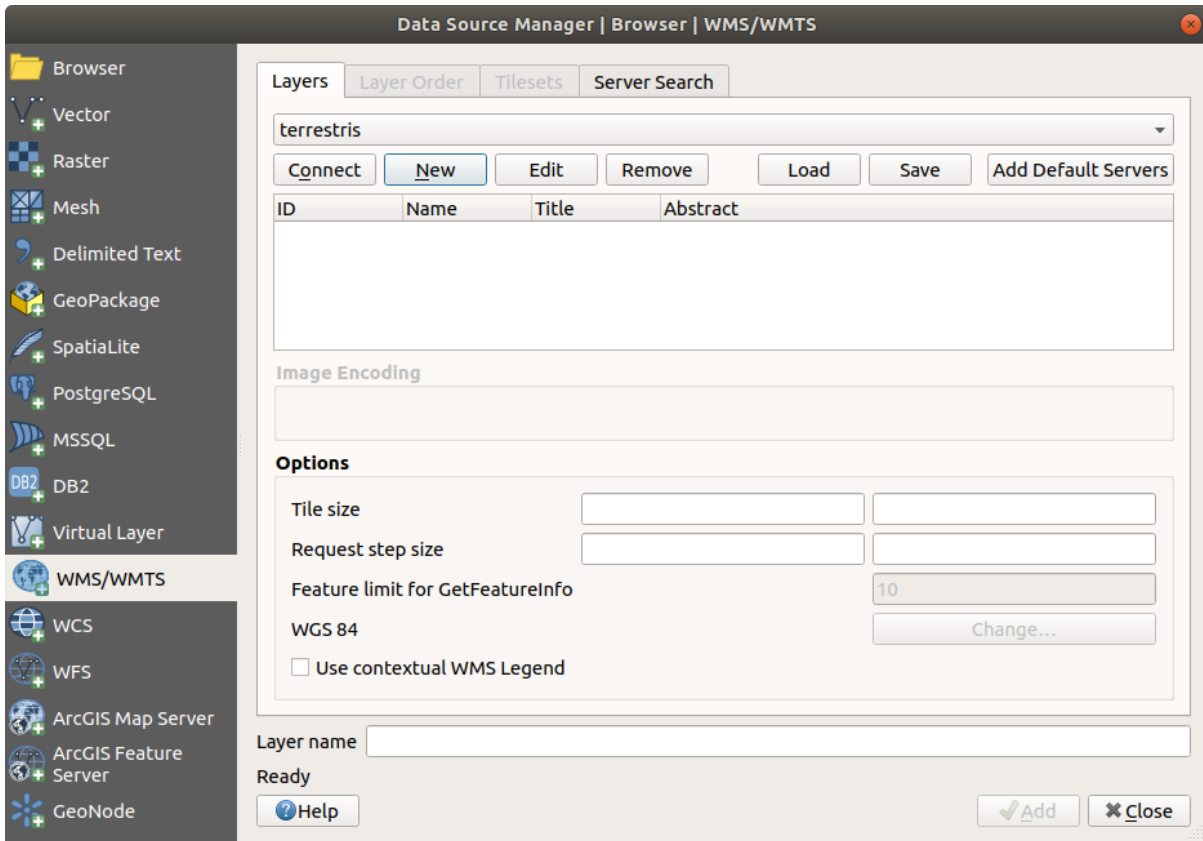
- Click *Connect*. In the list below, you should now see these new entries loaded:

These are all the layers hosted by this WMS server.

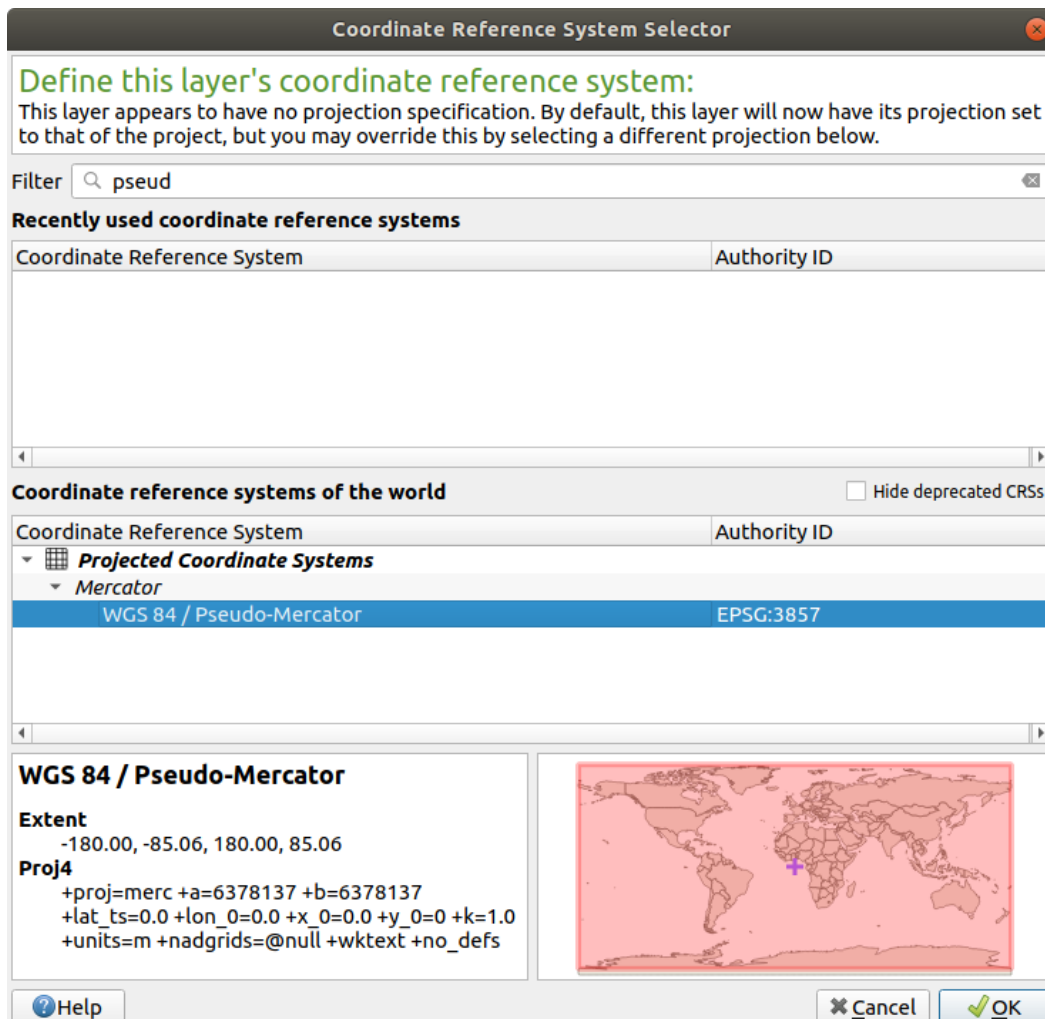
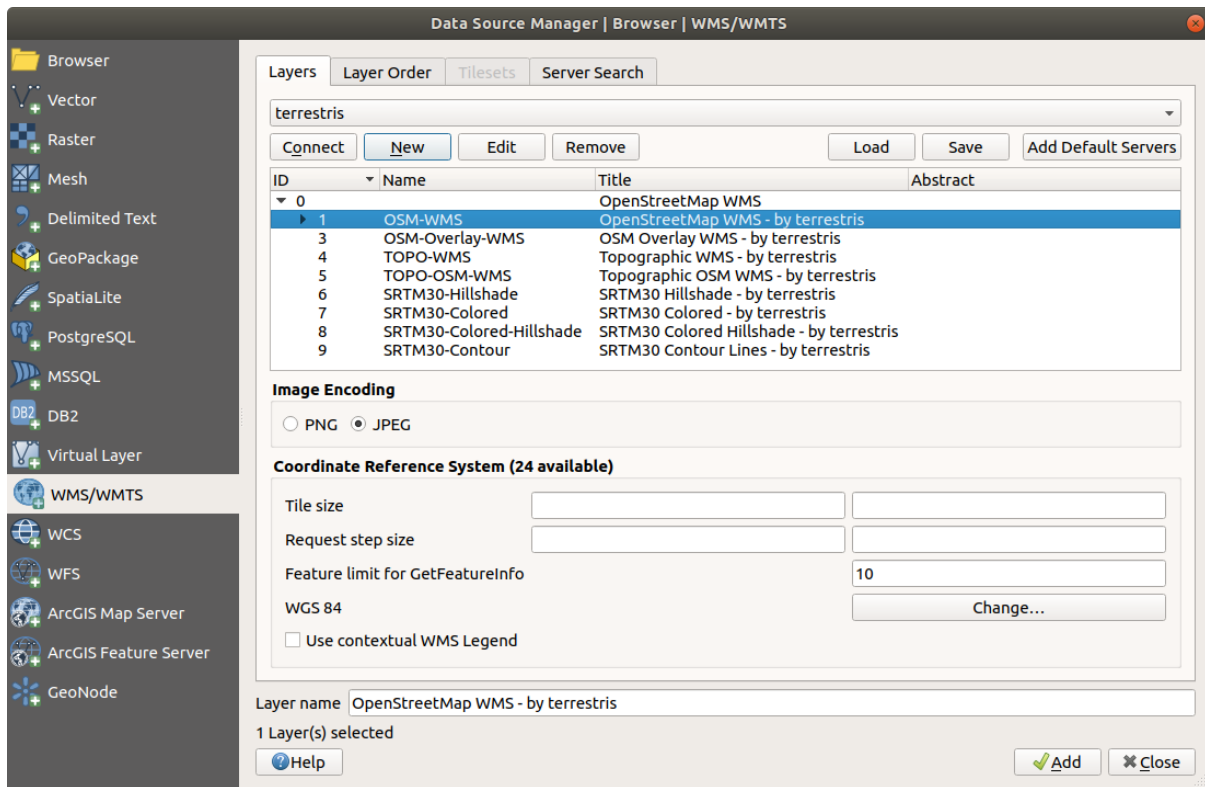
- Click once on the *OSM-WMS* layer. This will display its *Coordinate Reference System*:

Since we're not using *WGS 84* for our map, let's see all the CRSs we have to choose from.

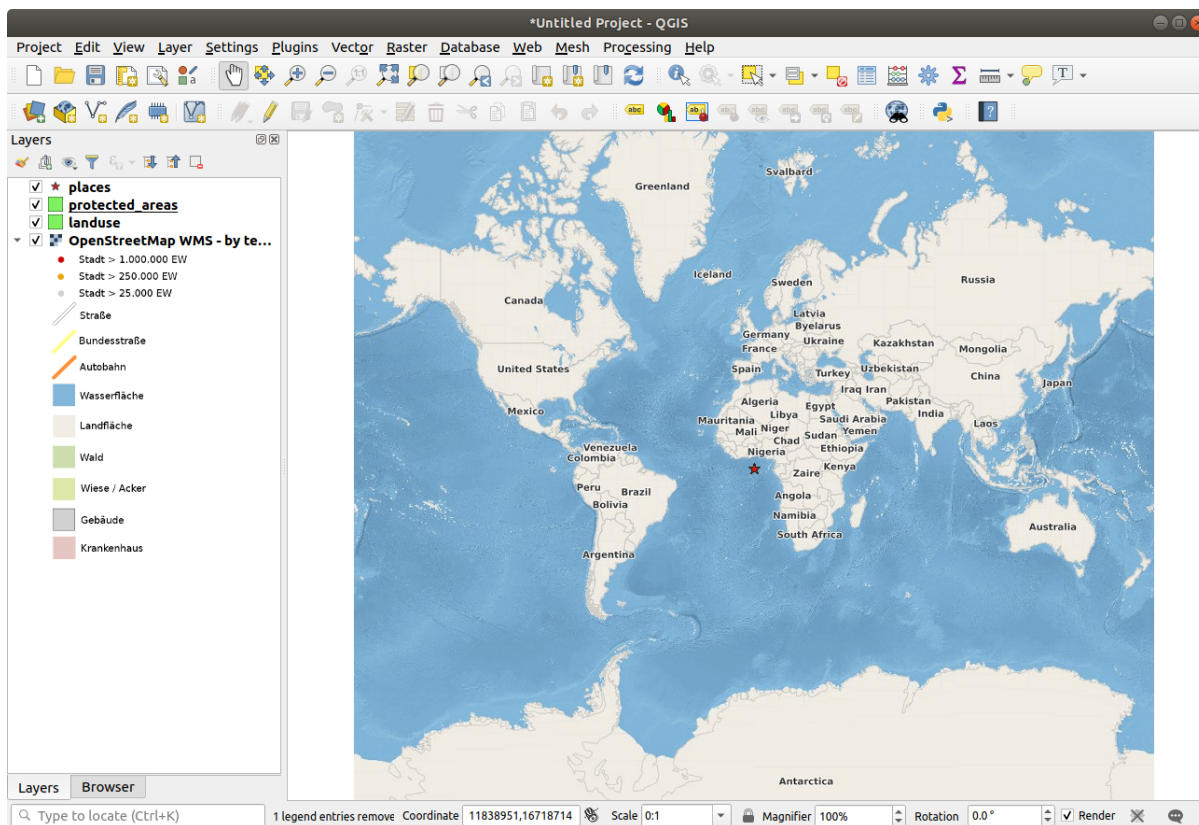
- Click the *Change...* button. You will see a standard *Coordinate Reference System Selector* dialog.
- We want a *projected* CRS, so let's choose *WGS 84 / Pseudo Mercator*.
  - Enter the value `pseudo` in the *Filter* field:
  - Choose *WGS 84 / Pseudo Mercator* from the list.
  - Click *OK*. The *Coordinate Reference System* associated with the entry has changed.





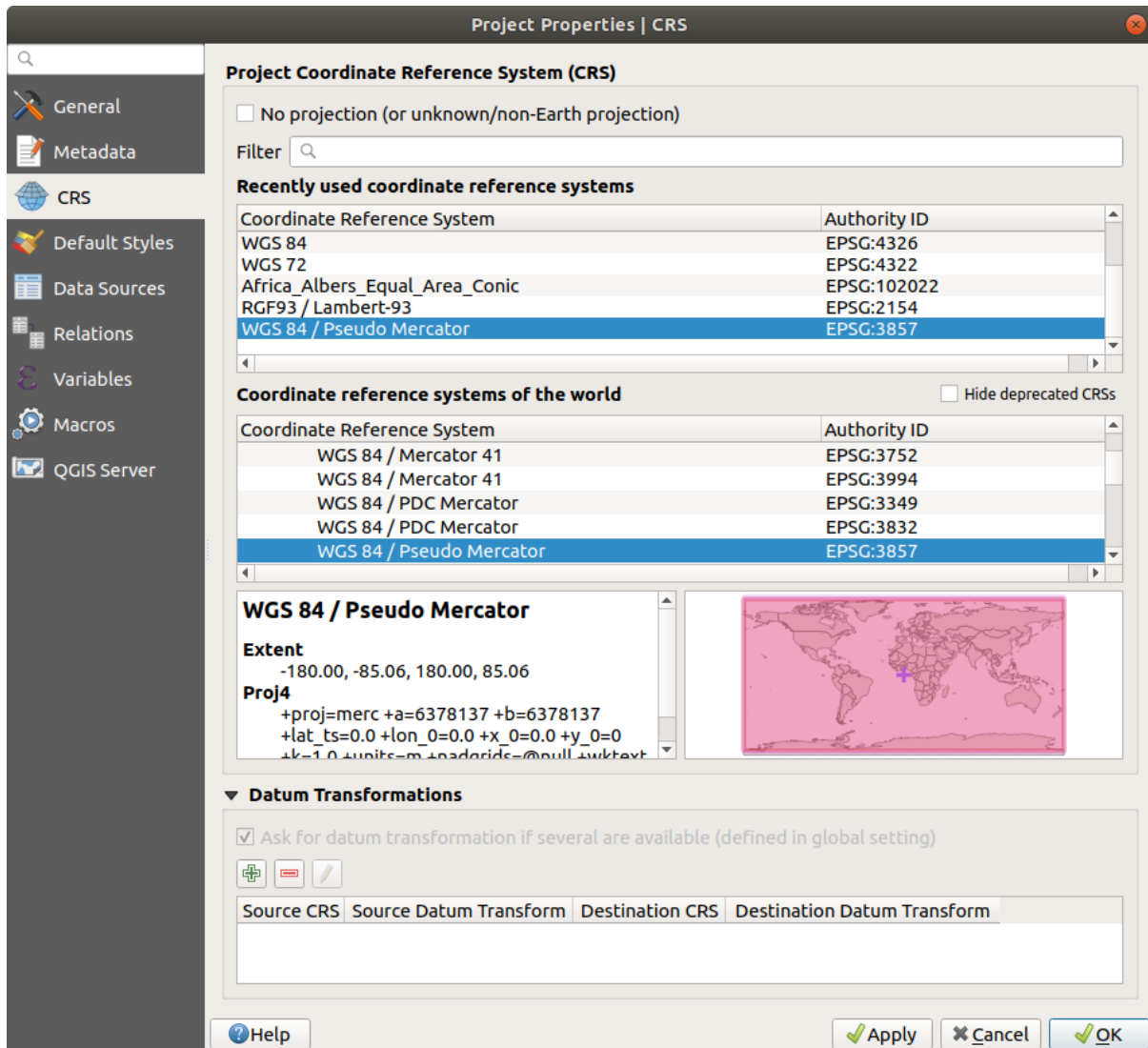


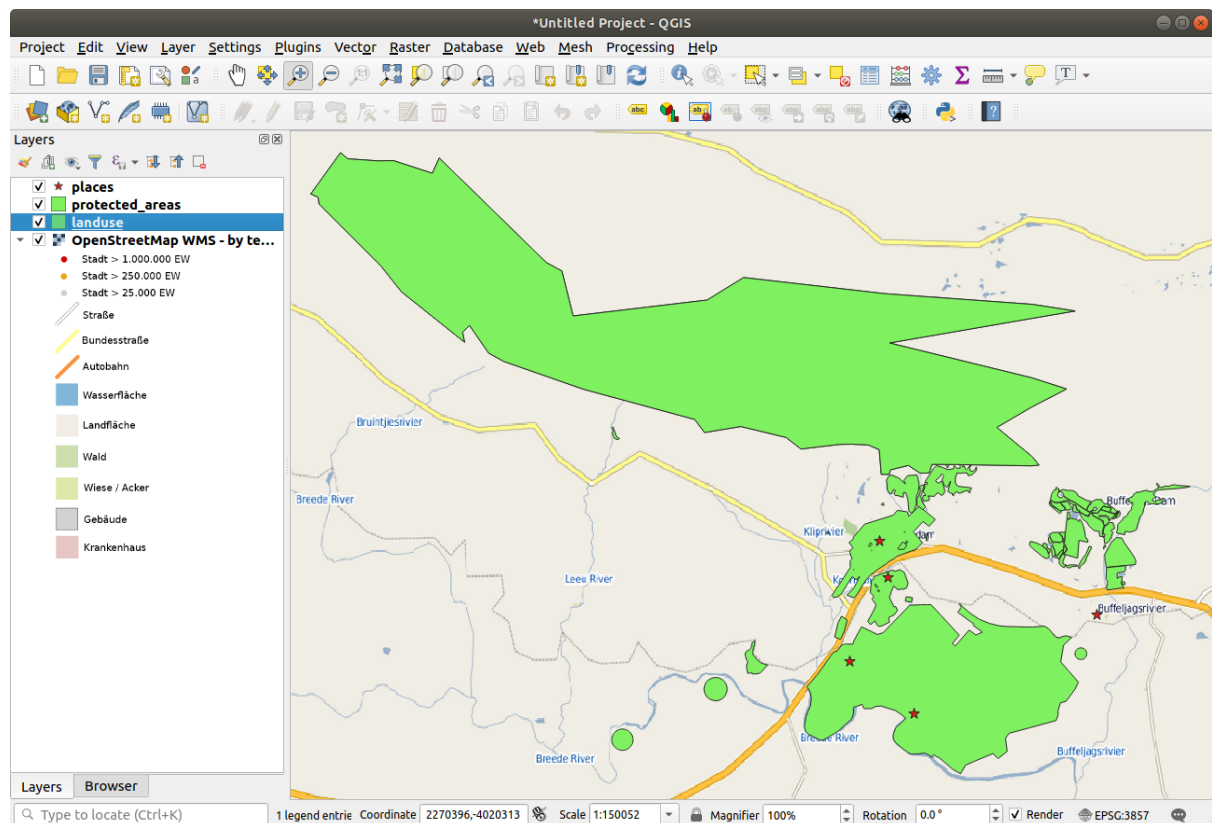
9. Click *Add* and the new layer will appear in your map as *OpenStreetMap WMS - by terrestris*.
10. Close the *Data Source Manager* dialog if not done automatically
11. In the *Layers* panel, click and drag it to the bottom of the list.
12. Zoom out in order to get a global view of the layers. You will notice that your layers aren't located correctly (near west of Africa). This is because «on the fly» projection is disabled.



13. Let's enable the reprojection again, but using the same projection as the *OpenStreetMap WMS* layer, which is *WGS 84 / Pseudo Mercator*.
  1. Open the *Project Properties... CRS* tab
  2. Uncheck *No projection (or unknown/non-Earth projection)*
  3. Choose *WGS 84 / Pseudo Mercator* from the list.
  4. Click *OK*.
14. Now right-click on one of your own layers in the *Layers* panel and click *Zoom to layer extent*. You should see the Swellendam area:

Note how the WMS layer's streets and our own streets overlap. That's a good sign!





## The nature and limitations of WMS

By now you may have noticed that this WMS layer actually has many features in it. It has streets, rivers, nature reserves, and so on. What's more, even though it looks like it's made up of vectors, it seems to be a raster, but you can't change its symbology. Why is that?



This is how a WMS works: it's a map, similar to a normal map on paper, that you receive as an image. What usually happens is that you have vector layers, which QGIS renders as a map. But using a WMS, those vector layers are on the WMS server, which renders it as a map and sends that map to you as an image. QGIS can display this image, but can't change its symbology, because all that is handled on the server.

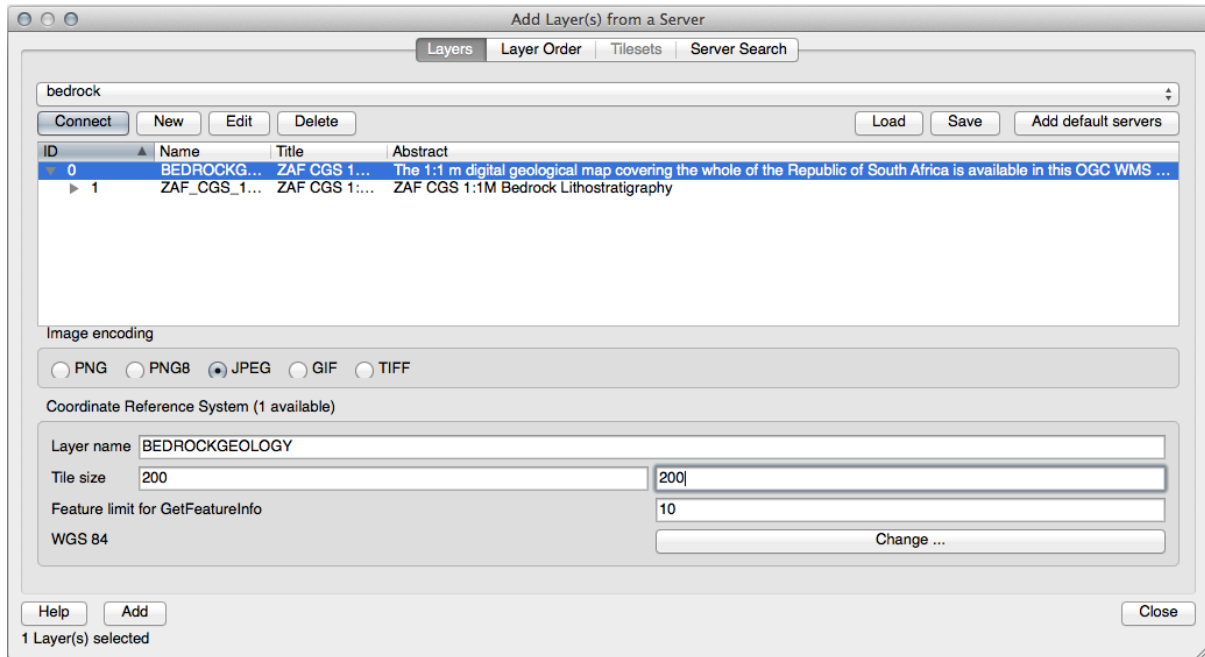
This has several advantages, because you don't need to worry about the symbology. It's already worked out, and should be nice to look at on any competently designed WMS.

On the other hand, you can't change the symbology if you don't like it, and if things change on the WMS server, then they'll change on your map as well. This is why you sometimes want to use a Web Feature Service (WFS) instead, which gives you vector layers separately, and not as part of a WMS-style map.

This will be covered in the next lesson, however. First, let's add another WMS layer from the *terrestris* WMS server.

### 10.1.2 |base| Try Yourself

1. Hide the *OSM-WMS* layer in the *Layers* panel.
2. Add the «ZAF CGS 1M Bedrock Lithostratigraphy» WMS server at this URL: `http://196.33.85.22/cgi-bin/ZAF_CGS_Bedrock_Geology/wms`
3. Load the *BEDROCKGEOLOGY* layer into the map (you can also use the *Layer*  *Add Layer*  *Add WMS/WMTS Layer...* button to open the Data Source Manager dialog). Remember to check that it's in the same *WGS 84 / World Mercator* projection as the rest of your map!
4. You might want to set its *Encoding* to *JPEG* and its *Tile size* option to 200 by 200, so that it loads faster:



Check your results

### 10.1.3 Try Yourself

1. Hide all other WMS layers to prevent them from rendering unnecessarily in the background.
2. Add the «OGC» WMS server at this URL: <http://ogc.gbif.org:80/wms>
3. Add the *bluemarble* layer.

Check your results

### 10.1.4 Try Yourself

Part of the difficulty of using WMS is finding a good (free) server.

- Find a new WMS at [directory.spatineo.com](http://directory.spatineo.com) (or elsewhere online). It must not have associated fees or restrictions, and must have coverage over the Swellendam study area.

Remember that what you need in order to use a WMS is only its URL (and preferably some sort of description).

Check your results

### 10.1.5 In Conclusion

Using a WMS, you can add inactive maps as backdrops for your existing map data.

## 10.1.6 Further Reading

- Spatineo Directory
- OpenStreetMap.org list of WMS servers

## 10.1.7 What's Next?


Now that you've added an inactive map as a backdrop, you'll be glad to know that it's also possible to add features (such as the other vector layers you added before). Adding features from remote servers is possible by using a Web Feature Service (WFS). That's the topic of the next lesson.

## 10.2 Lesson: Web Feature Services

A Web Feature Service (WFS) provides its users with GIS data in formats that can be loaded directly in QGIS. Unlike a WMS, which provides you only with a map which you can't edit, a WFS gives you access to the features themselves.

**The goal for this lesson:** To use a WFS and understand how it differs from a WMS.

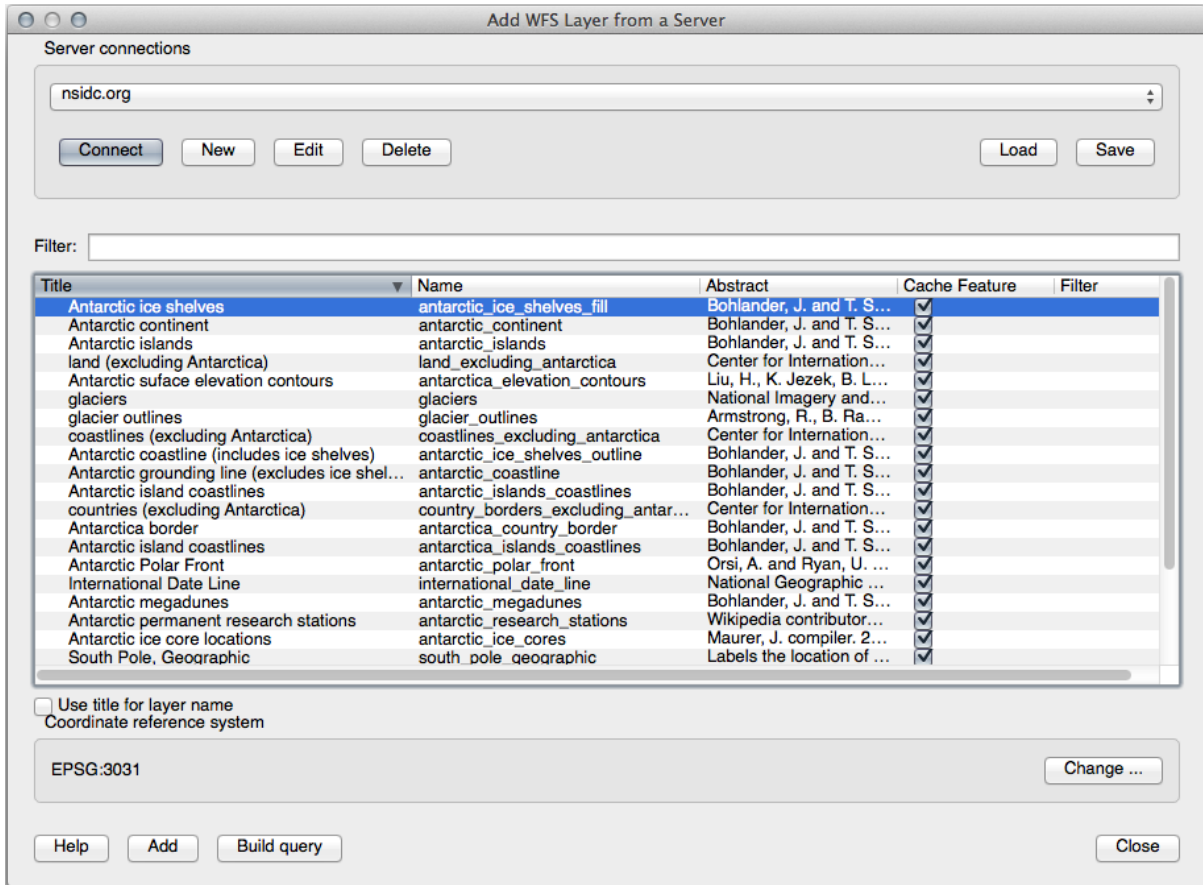
### 10.2.1 Follow Along: Loading a WFS Layer

- Start a new map. This is for demo purposes and won't be saved.
- Ensure that «on the fly» re-projection is switched off.
- Click the  *Add WFS Layer* button:
- Click the *New* button.
- In the dialog that appears, enter the *Name* as `nsidc.org` and the *URL* as `https://nsidc.org/cgi-bin/atlas_south?version=1.1.0`.



- Click *OK*, and the new connection will appear in your *Server connections*.
- Click the *Connect*. A list of the available layers will appear:





- Find the layer *south\_poles\_wfs*.
- Click on the layer to select it:
- Click *Add*.

It may take a while to load the layer. When it has loaded, it will appear in the map. Here it is over the outlines of Antarctica (available on the same server, and by the name of *antarctica\_country\_border*):

How is this different from having a WMS layer? That will become obvious when you see the layers' attributes.

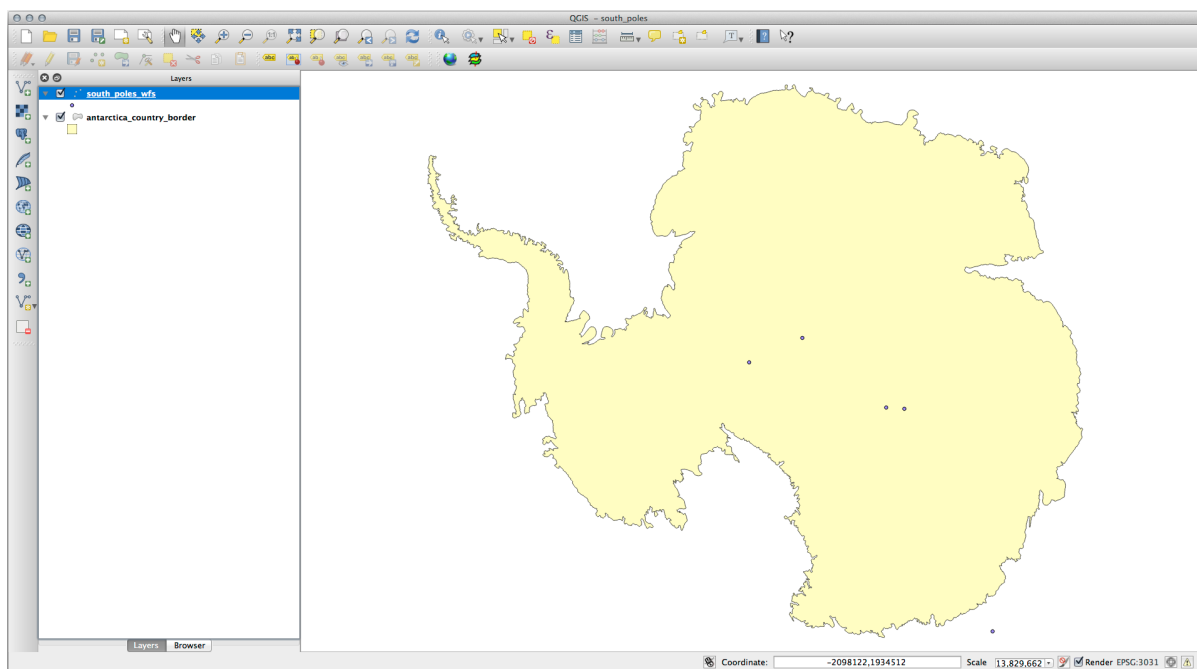
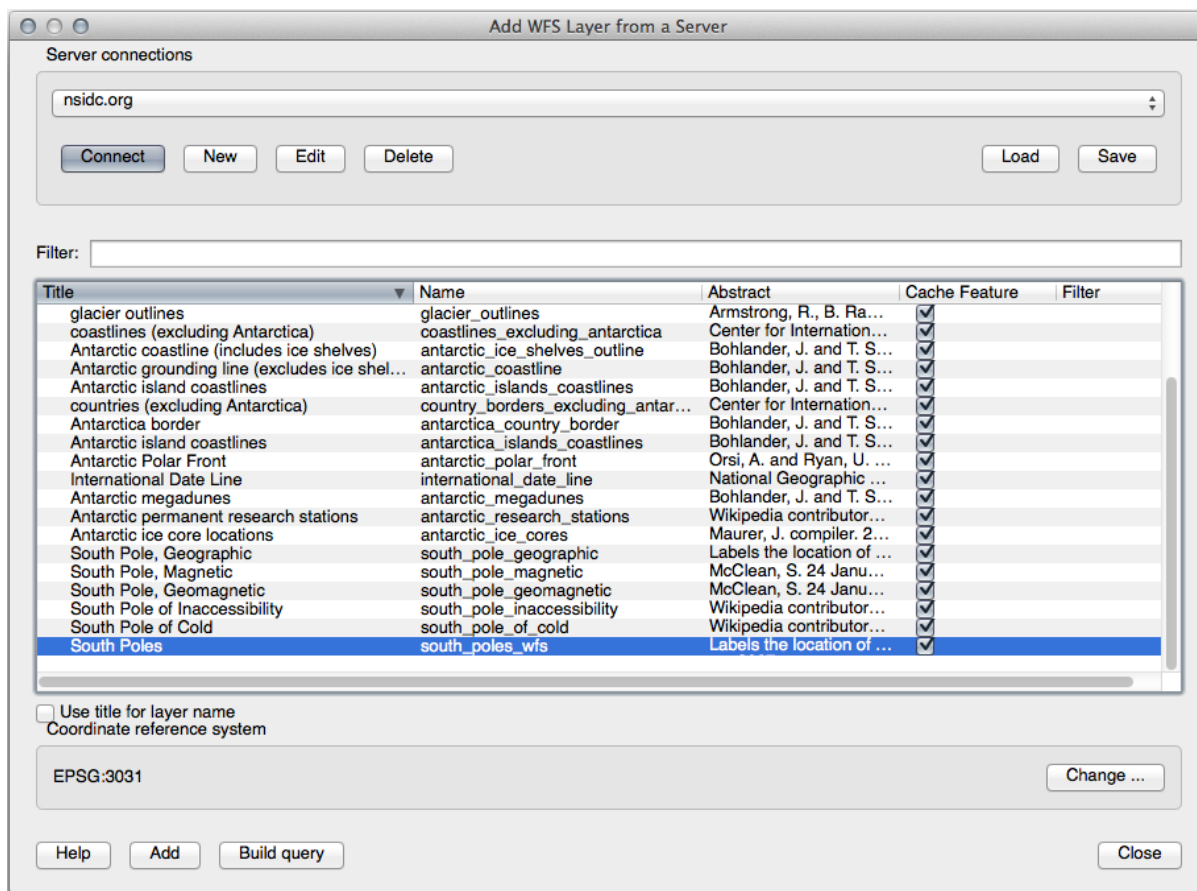
- Open the *south\_poles\_wfs* layer's attribute table. You should see this:

Since the points have attributes, we are able to label them, as well as change their symbology. Here's an example:

- Add labels to your layer to take advantage of the attribute data in this layer.

### Differences from WMS layers

A Web Feature Service returns the layer itself, not just a map rendered from it. This gives you direct access to the data, meaning that you can change its symbology and run analysis functions on it. However, this is at the cost of much more data being transmitted. This will be especially obvious if the layers you're loading have complicated shapes, a lot of attributes, or many features; or even if you're just loading a lot of layers. WFS layers typically take a very long time to load because of this.

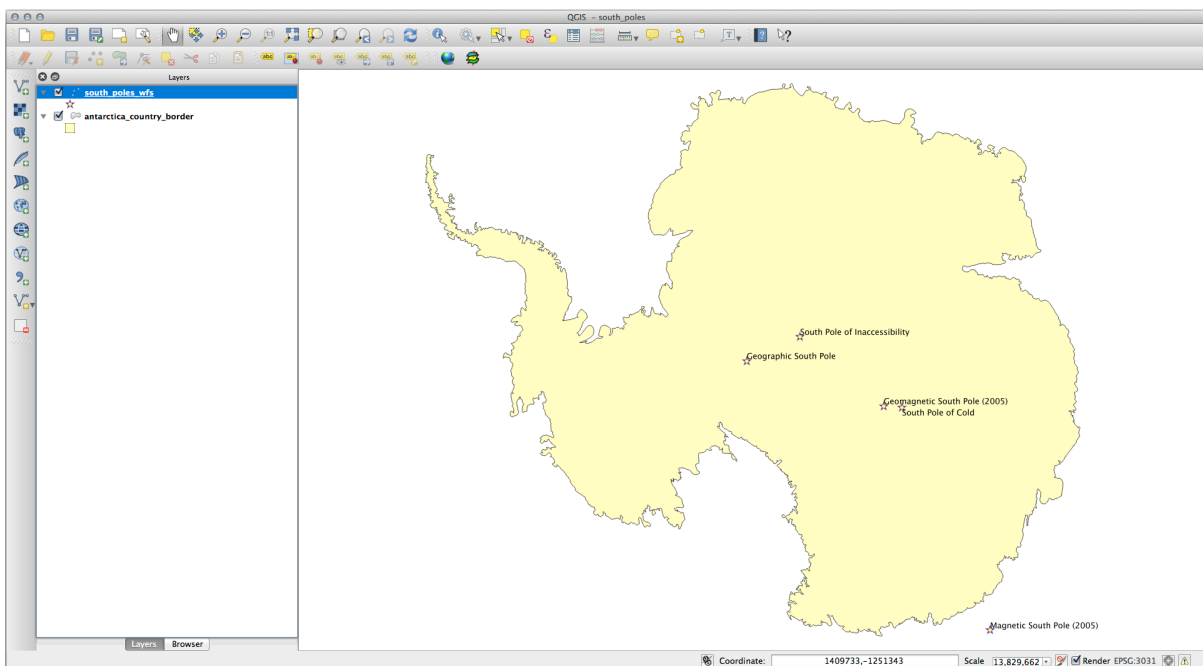




Attribute table – south\_poles\_wfs :: Features total: 5, filtered: 5, selected: 0

| Id | NAME                          |
|----|-------------------------------|
| 0  | Geographic South Pole         |
| 1  | Magnetic South Pole (2005)    |
| 2  | Geomagnetic South Pole (2005) |
| 3  | South Pole of Inaccessibility |
| 4  | South Pole of Cold            |

Show All Features



## 10.2.2 Follow Along: Querying a WFS Layer

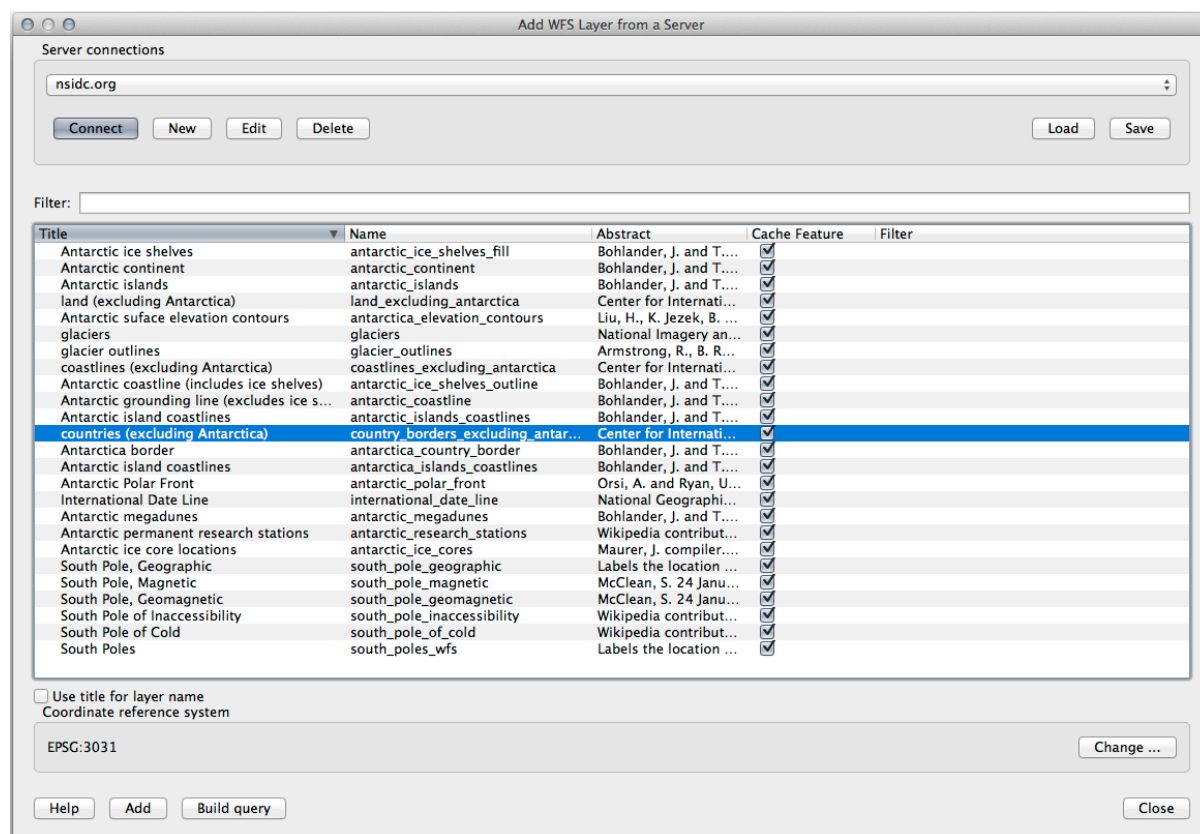
Although it is possible to query a WFS layer after having loaded it, it's often more efficient to query it before you load it. That way, you're only requesting the features you want, meaning that you use far less bandwidth.

For example, on the WFS server we're currently using, there is a layer called *countries (excluding Antarctica)*. Let's say that we want to know where South Africa is relative to the *south\_poles\_wfs* layer (and perhaps also the *antarctica\_country\_border* layer) that's already been loaded.

There are two ways to do this. You can load the whole *countries ...* layer, and then build a query as usual once it's loaded. However, transmitting the data for all the countries in the world and then only using the data for South Africa seems a bit wasteful of bandwidth. Depending on your connection, this dataset can take several minutes to load.

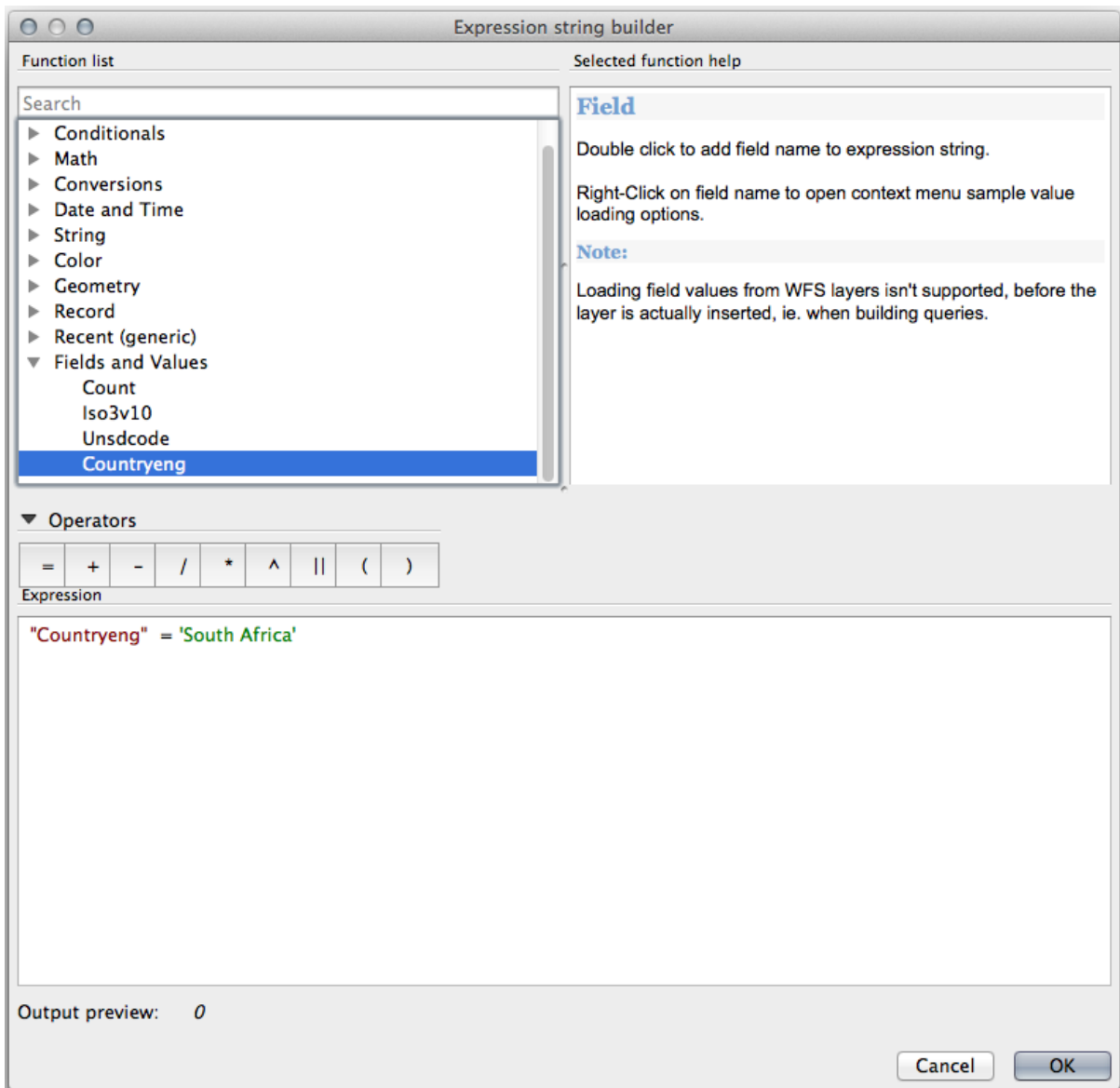
The alternative is to build the query as a filter before even loading the layer from the server.

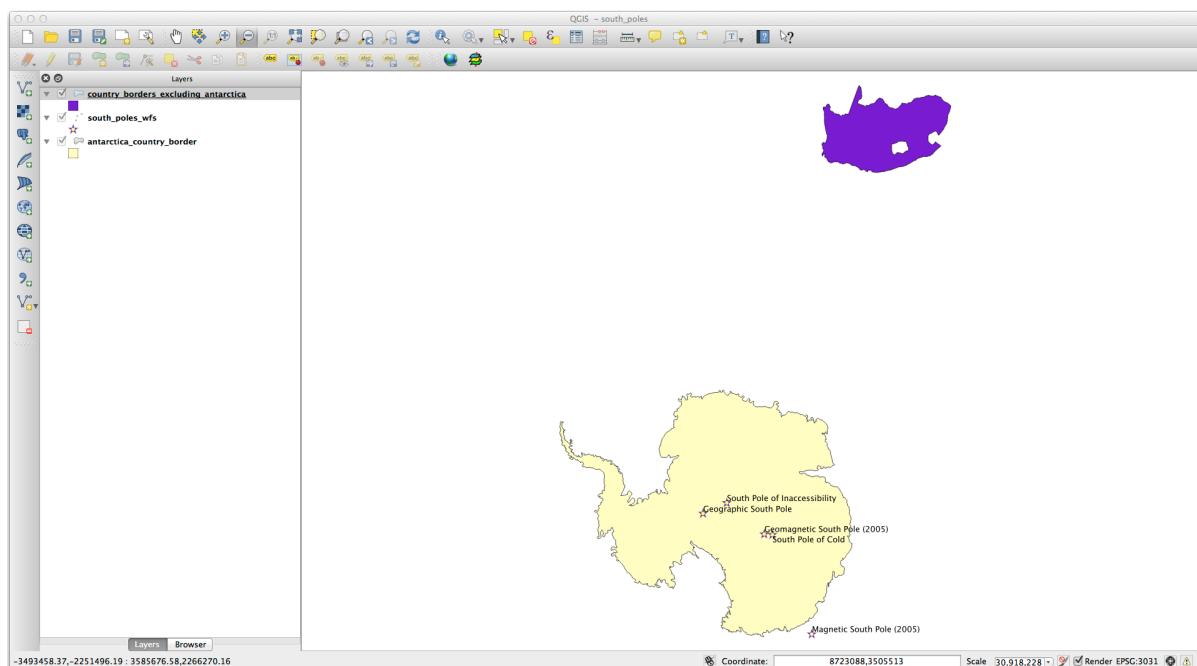
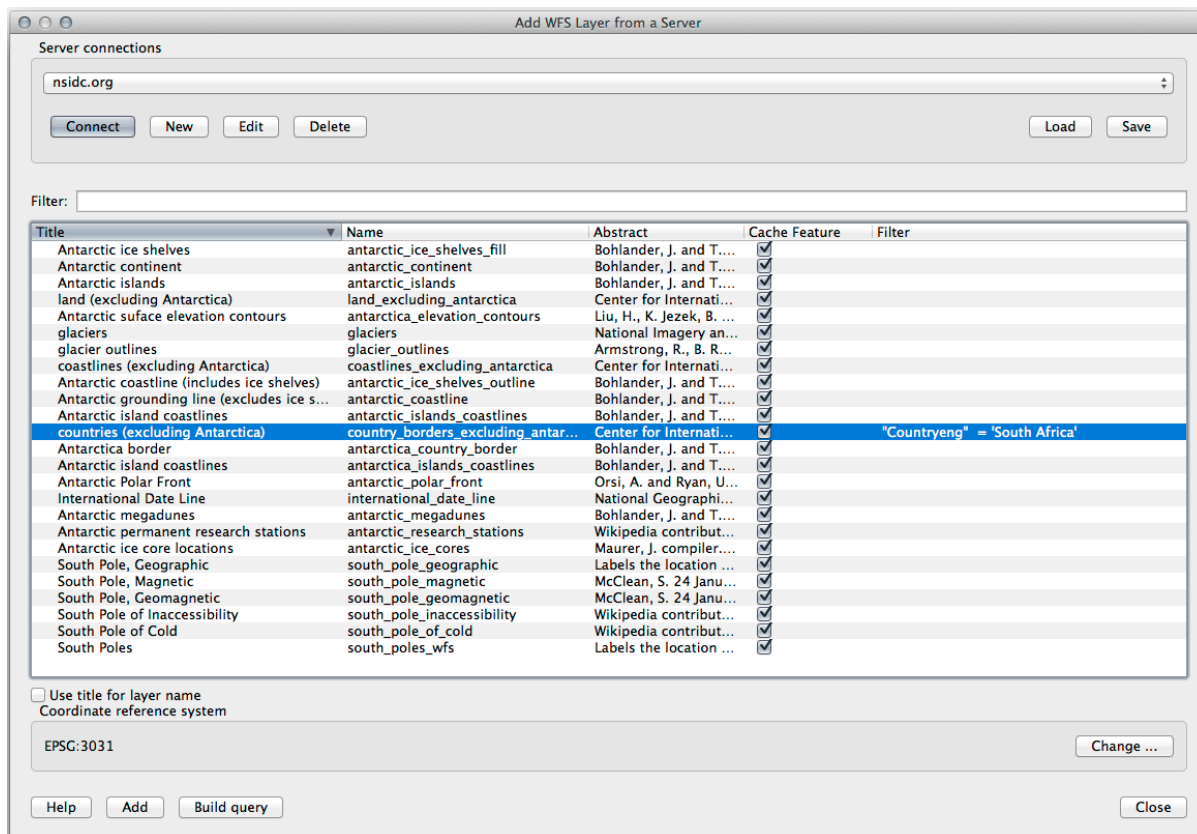
- In the *Add WFS Layer ...* dialog, connect to the server we used before and you should see the list of available layers.
- Double-click next to the *countries ...* layer in the *Filter* field, or click *Build query*:



- In the dialog that appears, build the query "Countryeng" = 'South Africa':
- It will appear as the *Filter* value:
- Click *Add* with the *countries* layer selected as above. Only the country with the Countryeng value of South Africa will load from that layer:

You don't have to, but if you tried both methods, you'll notice that this is a lot faster than loading all the countries before filtering them!





### **Notes on WFS availability**

It is rare to find a WFS hosting features you need, if your needs are very specific. The reason why Web Feature Services are relatively rare is because of the large amounts of data that must be transmitted to describe a whole feature. It is therefore not very cost-effective to host a WFS rather than a WMS, which sends only images.

The most common type of WFS you'll encounter will therefore probably be on a local network or even on your own computer, rather than on the Internet.

### **10.2.3 In Conclusion**

WFS layers are preferable over WMS layers if you need direct access to the attributes and geometries of the layers. However, considering the amount of data that needs to be downloaded (which leads to speed problems and also a lack of easily available public WFS servers) it's not always possible to use a WFS instead of a WMS.

### **10.2.4 What's Next?**

Next, you'll see how to use QGIS Server to provide OGC services.



Contributo di Tudor Bărăscu.

In questo capitolo vedrei come installare e utilizzare QGIS Server.

Per un'introduzione di QGIS Server vedi il capitolo `label_qgisserver`

## 11.1 Lesson: Installa QGIS Server

**The goal for this lesson:** To learn how to install **QGIS Server** on Debian Stretch. With negligible variations you can also follow it for any Debian based distribution like Ubuntu and its derivatives.

---

**Nota:** In Ubuntu you can use your regular user, prepending `sudo` to commands requiring admin permissions. In Debian you can work as admin (`root`), without using `sudo`.

---

### 11.1.1 Follow Along: Installa da pacchetti

In this lesson we're going to do only the install from packages as shown [here](#) .

Installa QGIS Server con:

```
apt install qgis-server
# if you want to install server plugins, also:
apt install python-qgis
```

QGIS Server should be used in production without QGIS Desktop (with the accompanying X Server) installed on the same machine.

## 11.1.2 Follow Along: QGIS Server eseguibile

L'eseguibile di QGIS Server è `qgis_mapserv.fcgi`. Puoi verificare dove è stato installato con `find / -name 'qgis_mapserv.fcgi'` che dovrebbe rispondere qualcosa di simile `/usr/lib/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi`.

Se vuoi fare una prova da terminale puoi eseguire `/usr/lib/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi` che dovrebbe rispondere qualcosa come:

```
QFSFileEngine::open: No file name specified
Warning 1: Unable to find driver ECW to unload from GDAL_SKIP environment variable.
Warning 1: Unable to find driver ECW to unload from GDAL_SKIP environment variable.
Warning 1: Unable to find driver JP2ECW to unload from GDAL_SKIP environment_
↳variable.
Warning 1: Unable to find driver ECW to unload from GDAL_SKIP environment variable.
Warning 1: Unable to find driver JP2ECW to unload from GDAL_SKIP environment_
↳variable.
Content-Length: 206
Content-Type: text/xml; charset=utf-8

<ServiceExceptionReport version="1.3.0" xmlns="https://www.opengis.net/ogc">
  <ServiceException code="Service configuration error">Service unknown or_
↳unsupported</ServiceException>
</ServiceExceptionReport>
```

Questa è una buona cosa, ti dice che sei sulla strada giusta mentre il server sta dicendo che non hai chiesto un servizio supportato. Vedrai in seguito come fare richieste WMS.

## 11.1.3 Follow Along: Configura il server HTTP

Per accedere da un navigatore internet al server QGIS installato devi utilizzare un server HTTP.

In this lesson we're going to use the [Apache HTTP server](#), colloquially called Apache.

First we need to install Apache by running the following command in a terminal:

```
apt install apache2 libapache2-mod-fcgid
```

You can run QGIS server on your default website, or configure a virtualhost specifically for this, as follows.

Nella cartella `/etc/apache2/sites-available` crea un file chiamato `qgis.demo.conf`, con questo contenuto:

```
<VirtualHost *:80>
  ServerAdmin webmaster@localhost
  ServerName qgis.demo

  DocumentRoot /var/www/html

  # Apache logs (different than QGIS Server log)
  ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/qgis.demo.error.log
  CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/qgis.demo.access.log combined

  # Longer timeout for WPS... default = 40
  FcgidIOTimeout 120

  FcgidInitialEnv LC_ALL "en_US.UTF-8"
  FcgidInitialEnv PYTHONIOENCODING UTF-8
  FcgidInitialEnv LANG "en_US.UTF-8"

  # QGIS log (different from apache logs) see https://docs.qgis.org/testing/en/
↳docs/user_manual/working_with_ogc/ogc_server_support.html#qgis-serve(continues on next page)
```



(continua dalla pagina precedente)

```

FcgidInitialEnv QGIS_SERVER_LOG_FILE /var/log/qgis/qgisserver.log
FcgidInitialEnv QGIS_SERVER_LOG_LEVEL 0

FcgidInitialEnv QGIS_DEBUG 1

# default QGIS project
SetEnv QGIS_PROJECT_FILE /home/qgis/projects/world.qgs

# QGIS_AUTH_DB_DIR_PATH must lead to a directory writeable by the Server's FCGI_
↳process user
FcgidInitialEnv QGIS_AUTH_DB_DIR_PATH "/home/qgis/qgisserverdb/"
FcgidInitialEnv QGIS_AUTH_PASSWORD_FILE "/home/qgis/qgisserverdb/qgis-auth.db"

# See https://docs.qgis.org/testing/en/docs/user_manual/working_with_vector/
↳supported_data.html#pg-service-file
SetEnv PGSERVICEFILE /home/qgis/.pg_service.conf
FcgidInitialEnv PGPASSFILE "/home/qgis/.pgpass"

# Tell QGIS Server instances to use a specific display number
FcgidInitialEnv DISPLAY ":99"

# if qgis-server is installed from packages in debian based distros this is_
↳usually /usr/lib/cgi-bin/
# run "locate qgis_mapserv.fcgi" if you don't know where qgis_mapserv.fcgi is
ScriptAlias /cgi-bin/ /usr/lib/cgi-bin/
<Directory "/usr/lib/cgi-bin/">
    AllowOverride None
    Options +ExecCGI -MultiViews -SymLinksIfOwnerMatch
    Order allow,deny
    Allow from all
    Require all granted
</Directory>

<IfModule mod_fcgid.c>
FcgidMaxRequestLen 26214400
FcgidConnectTimeout 60
</IfModule>

</VirtualHost>

```

You can do the above in a linux Desktop system by pasting and saving the above configuration after doing nano /etc/apache2/sites-available/qgis.demo.conf.

**Nota:** Alcune delle opzioni di configurazione sono spiegate nella sezione server server\_env\_variables.

Crea ora la cartella che archiverà i registri di QGIS Server e il database di autenticazione.

```

mkdir /var/log/qgis/
chown www-data:www-data /var/log/qgis

mkdir /home/qgis/qgisserverdb
chown www-data:www-data /home/qgis/qgisserverdb

```

**Nota:** www-data è l'utente Apache su sistemi basati su Debian e Apache deve accedere a queste posizioni o file. I comandi chown www-data ... `` cambiano il proprietario delle rispettive cartelle e file in ``www-data.

Ora puoi abilitare il [servizio di rete virtuale](#), abilitare il modulo `fcgid` mod se non è già abilitato e riavviare il servizio `apache2`:

```
a2enmod fcgid
a2ensite qgis.demo
systemctl restart apache2
```

---

**Nota:** Se hai installato QGIS Server senza eseguire un X server (incluso in Linux Desktop) e se vuoi anche usare il comando `GetPrint`, allora dovresti installare un server X falso e dire a QGIS Server di usarlo. Puoi farlo eseguendo i seguenti comandi.

Installa `xvfb`:

```
apt install xvfb
```

Crea il file di servizio:

```
sh -c \
"echo \
'[Unit]
Description=X Virtual Frame Buffer Service
After=network.target

[Service]
ExecStart=/usr/bin/Xvfb :99 -screen 0 1024x768x24 -ac +extension GLX +render -
↪noreset

[Install]
WantedBy=multi-user.target' \
> /etc/systemd/system/xvfb.service"
```

Abilita, avvia e verifica lo stato di `xvfb.service`:

```
systemctl enable xvfb.service
systemctl start xvfb.service
systemctl status xvfb.service
```

In the above configuration file there's a `FcgidInitialEnv DISPLAY ":99"` that tells QGIS Server instances to use display no. 99. If you're running the Server in Desktop then there's no need to install `xvfb` and you should simply comment with `#` this specific setting in the configuration file. More info at <https://www.itopen.it/qgis-server-setup-notes/>.

Now that Apache knows that he should answer requests to <http://qgis.demo> we also need to setup the client system so that it knows who `qgis.demo` is. We do that by adding `127.0.0.1 qgis.demo` in the `hosts` file. We can do it with `sh -c "echo '127.0.0.1 qgis.demo' >> /etc/hosts"`. Replace `127.0.0.1` with the IP of your server.

---

**Nota:** Remember that both the `myhost.conf` and `/etc/hosts` files should be configured for our setup to work. You can also test the access to your QGIS Server from other clients on the network (e.g. Windows or macOS machines) by going to their `/etc/hosts` file and point the `myhost` name to whatever IP the server machine has on the network. You can be sure that that specific IP is not `127.0.0.1` as that's the local IP, only accessible from the local machine. On *\*nix* machines the `hosts` file is located in `/etc`, while on Windows it's under the `C:\Windows\System32\drivers\etc` directory. Under Windows you need to start your text editor with administrator privileges before opening the `hosts` file.

---

Puoi testare uno dei server `qgis` installati con una richiesta `http` dalla riga di comando `curl http://qgis.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi` che dovrebbe produrre:

```
<ServiceExceptionReport version="1.3.0" xmlns="https://www.opengis.net/ogc">
<ServiceException code="Service configuration error">Service unknown or unsupported
↪</ServiceException>
</ServiceExceptionReport>
```

**Nota:** curl can be installed with `apt install curl`.

Apache è ora configurato.

Also, from your web browser you can check the capabilities of the server:

[http://qgis.demo/cgi-bin/qgis\\_mapserv.fcgi?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities](http://qgis.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities)

### 11.1.4 Follow Along: Crea un altro virtual host

Crea un altro host virtuale Apache che punta a QGIS Server. Puoi scegliere il nome che preferisci (`coco.bango`, `super.duper.training`, `example.com`, etc.) ma per semplicità userai `myhost`.

- Let's set up the `myhost` name to point to the localhost IP by adding `127.0.0.1 x` to the `/etc/hosts` with the following command: `sh -c "echo '127.0.0.1 myhost' >> /etc/hosts"` or by manually editing the file with `gedit /etc/hosts`.
- Puoi controllare che `myhost` punti a localhost eseguendo nel terminale `ping myhost` che dovrebbe produrre:

```
qgis@qgis:~$ ping myhost
PING myhost (127.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from localhost (127.0.0.1): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.024 ms
64 bytes from localhost (127.0.0.1): icmp_seq=2 ttl=64 time=0.029 ms
```

- Puoi accedere a QGIS Server dal sito `myhost` eseguendo: `curl http://myhost/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi` accedendo all'URL dal tuo browser di Debian. Probabilmente otterrai:

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 2.0//EN">
<html><head>
<title>404 Not Found</title>
</head><body>
<h1>Not Found</h1>
<p>The requested URL /cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi was not found on this server.</p>
<hr>
<address>Apache/2.4.25 (Debian) Server at myhost Port 80</address>
</body></html>
```

- Apache doesn't know that he's supposed to answer requests pointing to the server named `myhost`. In order to setup the virtual host the simplest way would be to make a `myhost.conf` file in the `/etc/apache2/sites-available` directory that has the same content as `qgis.demo.conf` except for the `ServerName` line that should be `ServerName myhost`. You could also change where the logs go as otherwise the logs for the two virtual hosts would be shared but this is optional.
- Let's now enable the virtual host with `a2ensite myhost.conf` and then reload the Apache service with `service apache2 reload`.
- Se provi di nuovo ad accedere all'URL `http://myhost/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi` noterai che tutto sta funzionando!

### 11.1.5 In Conclusion

Hai imparato come installare diverse versioni di QGIS Server dai pacchetti, come configurare Apache con QGIS Server, su distribuzioni Linux basate su Debian.

### 11.1.6 What's Next?

Now that you've installed QGIS Server and it's accessible through the HTTP protocol, we need to learn how to access some of the services it can offer. The topic of the next lesson is to learn how to access QGIS Server WMS services.

## 11.2 Lesson: Servizi WMS

Scarichiamo il [Training demo data](#) e scompattiamo i file nella sottocartella `qgis-server-tutorial-data` di una qualunque cartella. Raccomandiamo di creare semplicemente una cartella `/home/qgis/projects` e metterci i file in modo da evitare problemi con i permessi.

I dati demo contengono un progetto QGIS denominato `world.qgs` che è già pronto per essere usato con QGIS Server. Se vuoi utilizzare un tuo progetto o vuoi imparare come prepararlo, consulta la sezione [Creatingwmsfromproject](#).

---

**Nota:** Questo modulo ti presenta gli URL in modo che possa facilmente distinguere i parametri e i valori dei parametri. Mentre il formato normale è:

```
...&field1=value1&field2=value2&field3=value3
```

questa esercitazione usa:

```
&field1=value1  
&field2=value2  
&field3=value3
```

Incollarli in Mozilla Firefox funziona correttamente, ma altri navigatori come Chrome potrebbero aggiungere spazi indesiderati tra le coppie `field:parameter`. Quindi, se si verifica questo problema, puoi usare Firefox o modificare gli URL in modo che siano in un formato di linea.

---

Fa una richiesta WMS GetCapabilities nel navigatore o con curl:

```
http://qgisplatform.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi  
?SERVICE=WMS  
&VERSION=1.3.0  
&REQUEST=GetCapabilities  
&map=/home/qgis/projects/world.qgs
```

Nella configurazione di Apache della lezione precedente la variabile `QGIS_PROJECT_FILE` imposta il progetto predefinito su `/home/qgis/projects/world.qgs`. Tuttavia, nella richiesta sopra hai fatto uso del parametro **map** per mostrarlo. Se si elimina il parametro **map** dalla richiesta precedente, QGIS Server emetterà la stessa risposta.

Indirizzando qualsiasi client WMS all'URL `GetCapabilities`, il client ottiene in risposta un documento XML con metadati delle informazioni di WMS, ad es. quali livelli, la copertura geografica, in quale formato, quale versione di WMS, ecc.

Poiché QGIS è anche a `ogc-wms`, puoi creare una nuova connessione al server WMS con l'aiuto dell'url di `GetCapabilities` precedente. Vedi la sezione [Lesson: Web Mapping Services](#) oppure `ogc-wms-servers` su come eseguirla.

Aggiungendo il layer WMS `countries` al tuo progetto QGIS dovresti ottenere un'immagine come quella sotto:

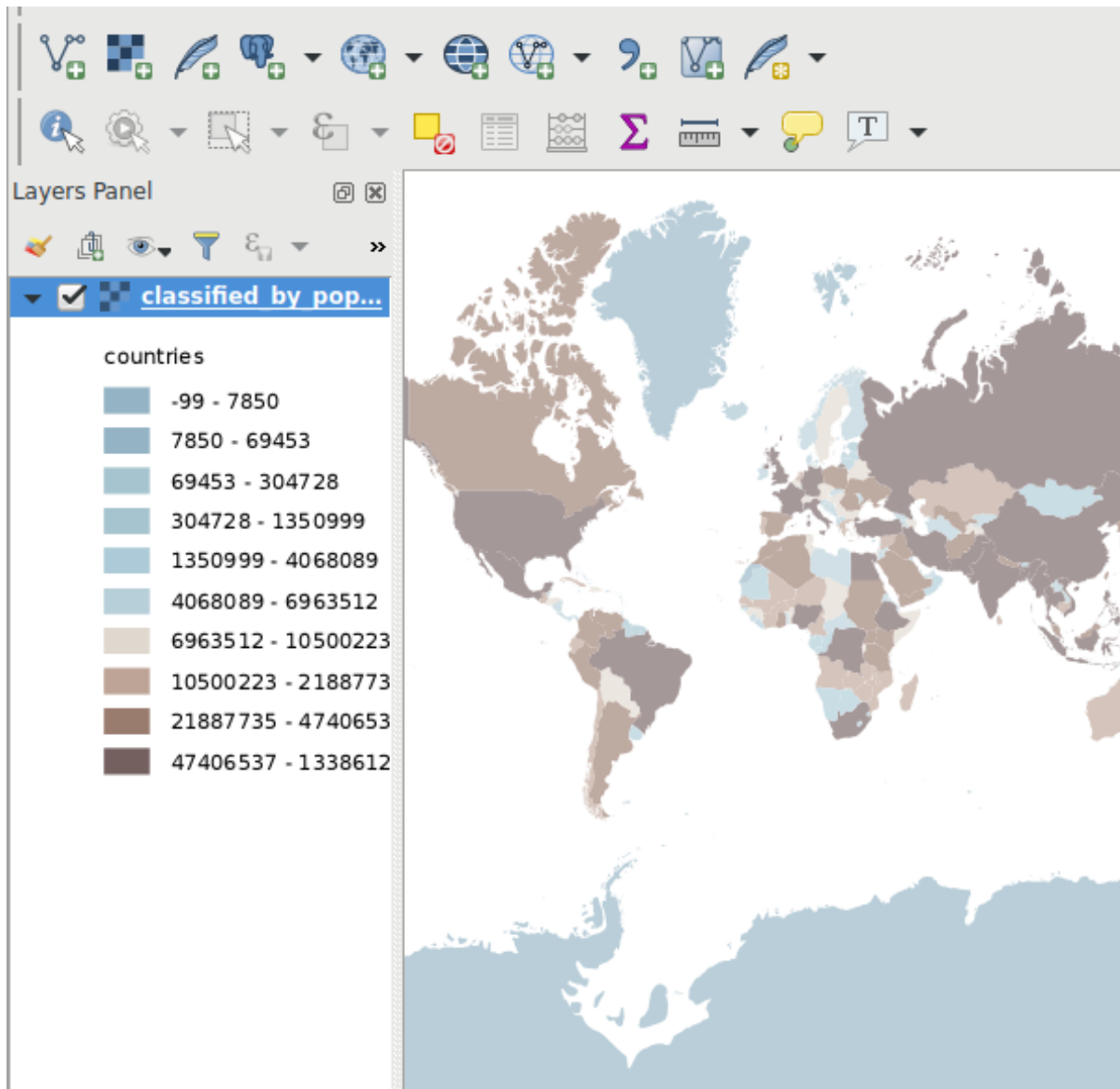


Fig. 11.1: QGIS Desktop che utilizza il servizio WMS QGIS Server del layer countries

**Nota:** QGIS Server serve i livelli definiti nel progetto `world.qgs`. Aprendo il progetto con QGIS puoi vedere che ci sono più stili per il livello `countries`. Anche QGIS Server ne è consapevole e puoi scegliere lo stile desiderato nella richiesta. Lo stile `classified_by_population` è stato scelto nell'immagine sopra.

---

### 11.2.1 Registri

Quando imposti un server, i registri sono sempre importanti in quanto ti mostrano cosa sta succedendo. Hai installato nel file `*.conf` i seguenti registri:

- Registri di QGIS Server in `/logs/qgisserver.log`
- Registri di accesso Apache `qgisplatform.demo` in `qgisplatform.demo.access.log`
- Registri di errore Apache `qgisplatform.demo` in `qgisplatform.demo.access.log`

I file di registro sono semplicemente file di testo e puoi utilizzare un editor di testo per controllarli. Puoi anche usare il comando `tail` in un terminale: `sudo tail -f /logs/qgisserver.log`.

Questo mostrerà nel terminale ciò che è scritto in quel file di registro. Puoi anche avere tre terminali aperti per ciascuno dei file di registro in questo modo:

Se usi QGIS Desktop per utilizzare i servizi WMS di QGIS Server, vedrai visualizzate tutte le richieste che QGIS invia al server nel registro di accesso, gli errori di QGIS Server nel registro di QGIS Server, ecc.

---

**Nota:**

- Se guardi i registri nelle seguenti sezioni dovresti capire meglio cosa sta succedendo.
  - Riattivando Apache mentre guardi nel registro di QGIS Server, puoi trovare alcuni suggerimenti su come lavora.
- 

### 11.2.2 Richieste GetMap

Per visualizzare il livello `countries`, QGIS Desktop, come qualsiasi altro client WMS, utilizza le richieste `GetMap`.

Una semplice richiesta assomiglia a:

```
http://qgisplatform.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi
?MAP=/home/qgis/projects/world.qgs
&SERVICE=WMS
&VERSION=1.3.0
&REQUEST=GetMap
&BBOX=-432786,4372992,3358959,7513746
&SRS=EPSG:3857
&WIDTH=665
&HEIGHT=551
&LAYERS=countries
&FORMAT=image/jpeg
```

La richiesta dovrebbe produrre l'immagine seguente:

**Figura: semplice richiesta GetMap a QGIS Server**

```

qgis@qgis: ~
File Edit View Search Terminal Help
qgis@qgis:~$ sudo tail -f /var/log/apache2/qgisplatform.demo.error.log
^C
qgis@qgis:~$ sudo tail -f /var/log/apache2/qgisplatform.demo.error.log
]

qgis@qgis: ~
File Edit View Search Terminal Help
200 11378 "-" "curl/7.52.1"
127.0.0.1 - - [17/Mar/2017:04:09:41 -0400] "GET /cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi?SERVICE=W
MS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities&map=/home/qgis/projects/world.qgs HTTP/1.1"
200 11378 "-" "curl/7.52.1"
127.0.0.1 - - [17/Mar/2017:04:09:42 -0400] "GET /cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi?SERVICE=W
MS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities&map=/home/qgis/projects/world.qgs HTTP/1.1"
200 11378 "-" "curl/7.52.1"
]

qgis@qgis: ~
File Edit View Search Terminal Help
[1732][04:09:42] Sent 1 blocks of 11205 bytes
[1732][04:09:42] Request finished in 3 ms
^C
qgis@qgis:~$ sudo tail -f /logs/qgisserver.log
[1732][04:09:42] MAP:/home/qgis/projects/world.qgs
[1732][04:09:42] REQUEST:GetCapabilities
[1732][04:09:42] SERVICE:WMS
[1732][04:09:42] VERSION:1.3.0
[1732][04:09:42] Found capabilities document in cache
[1732][04:09:42] Checking byte array is ok to set...
[1732][04:09:42] Byte array looks good, setting response...
[1732][04:09:42] Sending HTTP response
[1732][04:09:42] Sent 1 blocks of 11205 bytes
[1732][04:09:42] Request finished in 3 ms
]

```

Fig. 11.2: Uso del comando `tail` per visualizzare i registri di QGIS Server



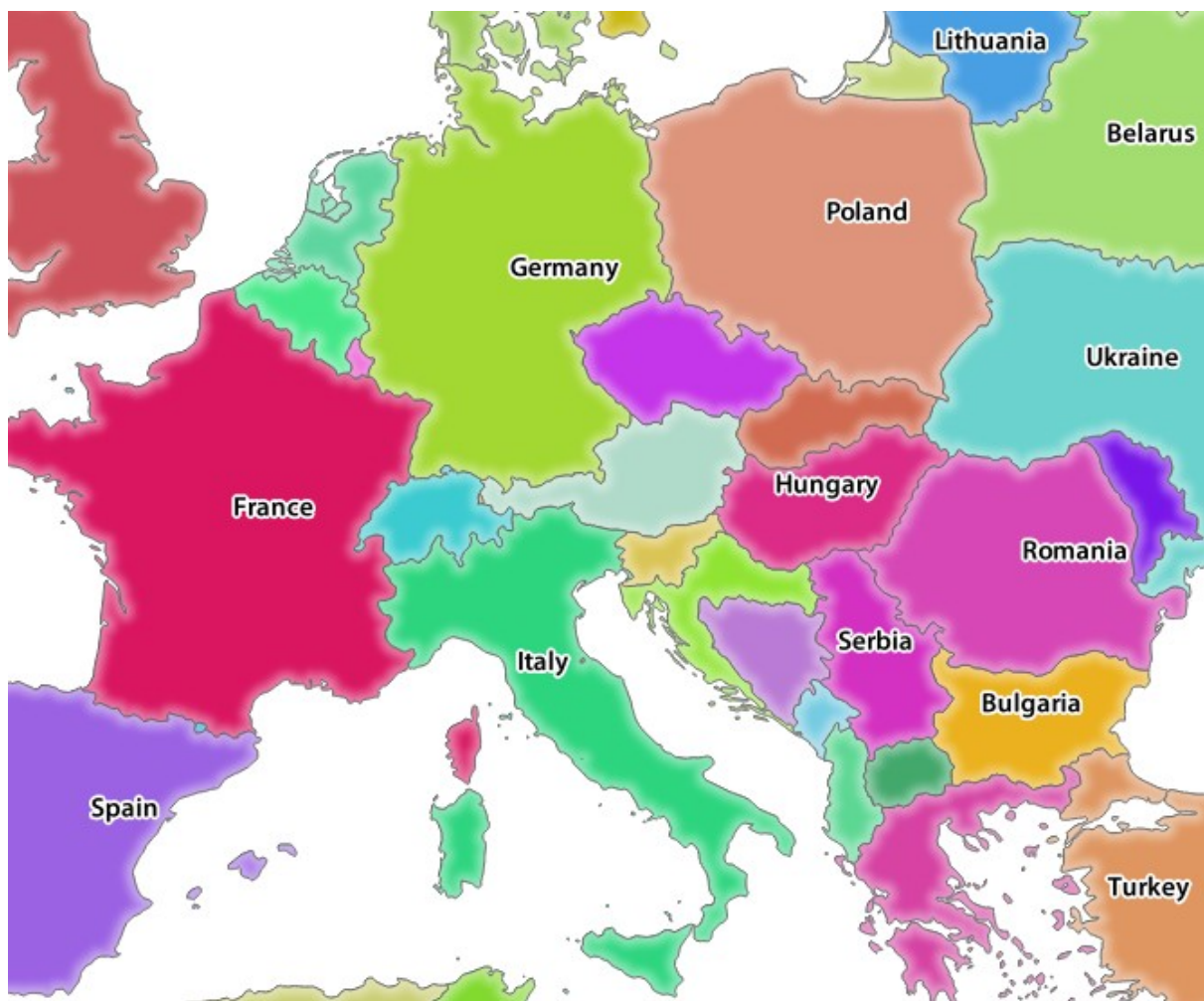


Fig. 11.3: Risposta di Qgis Server dopo una semplice richiesta GetMap



### 11.2.3 Try Yourself Modifica i parametri di immagine e livelli

In base alla richiesta di cui sopra, sostituisci il livello `countries` con un altro.

Per vedere quali altri livelli sono disponibili, puoi aprire il progetto `world.qgs` in QGIS e guardarne il contenuto. Tieni a mente che i client WMS non hanno accesso al progetto QGIS, ma guardano solo al contenuto del documento `capabilities`.

Inoltre, esiste un'opzione di configurazione in modo che alcuni dei livelli esistenti nel progetto QGIS vengano ignorati da QGIS quando attivo il servizio WMS.

Quindi, puoi vedere l'elenco dei livelli quando QGIS Desktop punta all'URL `GetCapabilities` o puoi provare a trovare altri nomi di layer nella risposta `GetCapabilities XML`.

Uno dei nomi dei livelli che è possibile trovare è `countries_shapeburst`. Potresti trovarne altri, ma tieni presente che alcuni potrebbero non essere visibili a una scala così ridotta in modo da ottenere un'immagine vuota come risposta.

Puoi anche provare con altri parametri, come cambiare il tipo di immagine restituito in `image/png`.

### 11.2.4 Follow Along: Usare i parametri Filtro, Opacità e Stili

Fai un'altra richiesta per aggiungere un altro layer, alcuni extra-getmap-parameters, **FILTER** e **OPACITIES**, ma utilizza anche il parametro predefinito **STYLES**.

```
http://qgisplatform.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi
?MAP=/home/qgis/projects/world.qgs
&SERVICE=WMS
&VERSION=1.3.0
&REQUEST=GetMap
&BBOX=-432786,4372992,3358959,7513746
&SRS=EPSG:3857
&WIDTH=665
&HEIGHT=551
&FORMAT=image/jpeg
&LAYERS=countries,countries_shapeburst
&STYLES=classified_by_name,blue
&OPACITIES=255,30
&FILTER=countries:"name" IN ( 'Germany' , 'Italy' )
```

La richiesta dovrebbe produrre l'immagine seguente:

Come puoi vedere dall'immagine qui sopra, tra l'altro hai detto a QGIS Server di visualizzare solo **Germany** e **Italy** dal livello `counties`.

### 11.2.5 Follow Along: Usare REDLINING

Fai un'altra richiesta `GetMap` che faccia uso della funzione `qgisserver-redlining` e del parametro **SELECTION** dettagliato nella sezione `extra-getmap-parameters`:

```
http://qgisplatform.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi
?MAP=/home/qgis/projects/world.qgs
&SERVICE=WMS
&VERSION=1.3.0
&REQUEST=GetMap
&BBOX=-432786,4372992,3358959,7513746
&SRS=EPSG:3857
```

(continues on next page)

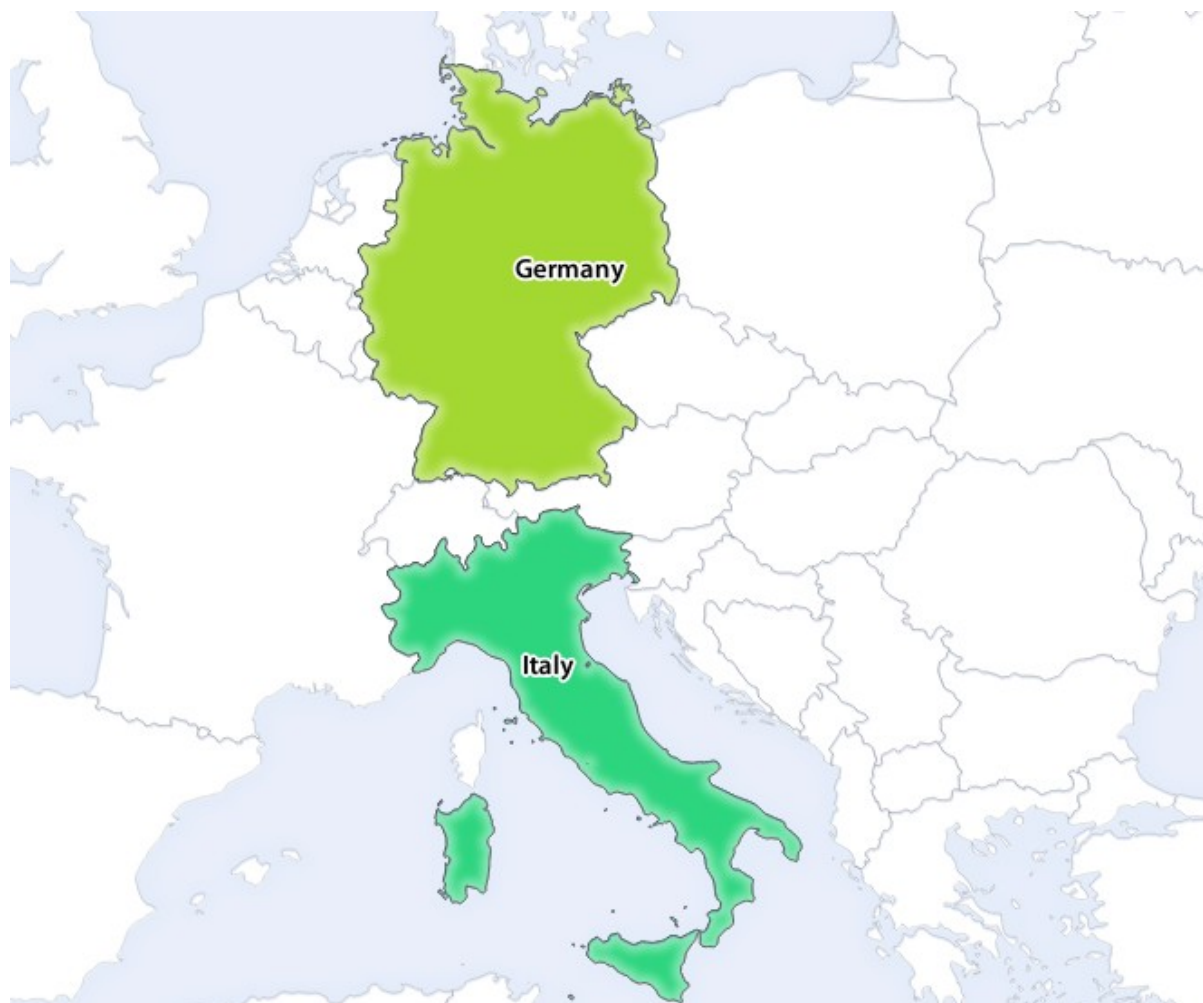


Fig. 11.4: Risponder ad una richiesta GetMap con parametri FILTER e OPACITIES

(continua dalla pagina precedente)

```
&WIDTH=665
&HEIGHT=551
&LAYERS=countries,countries_shapeburst
&FORMAT=image/jpeg
&HIGHLIGHT_GEOM=POLYGON((590000 6900000, 590000 7363000, 2500000 7363000, 2500000_
↳6900000, 590000 6900000))
&HIGHLIGHT_SYMBOL=<StyledLayerDescriptor><UserStyle><Name>Highlight</Name>
↳<FeatureTypeStyle><Rule><Name>Symbol</Name><LineSymbolizer><Stroke><SvgParameter_
↳name="stroke">%233a093a</SvgParameter><SvgParameter name="stroke-opacity">1</
↳SvgParameter><SvgParameter name="stroke-width">1.6</SvgParameter></Stroke></
↳LineSymbolizer></Rule></FeatureTypeStyle></UserStyle></StyledLayerDescriptor>
&HIGHLIGHT_LABELSTRING=QGIS Tutorial
&HIGHLIGHT_LABELSIZE=30
&HIGHLIGHT_LABELCOLOR=%23000000
&HIGHLIGHT_LABELBUFFERCOLOR=%23FFFFFF
&HIGHLIGHT_LABELBUFFERSIZE=3
&SELECTION=countries:171,65
```

Incolla la richiesta nel navigatore che dovrebbe produrre l'immagine seguente:



Fig. 11.5: Risposta a una richiesta con la funzione REDLINING e il parametro SELECTION

Puoi vedere dall'immagine sopra che i paesi con gli ID 171 e 65 sono stati evidenziati in giallo (Romania e Francia) utilizzando il parametro SELEZIONE e abbiamo utilizzato la funzione REDLINING per sovrapporre un rettangolo con l'etichetta **Esercitazione QGIS**.

## 11.2.6 Richieste GetPrint

Una funzionalità carina del server QGIS è che utilizza i layout di stampa del QGIS Desktop. Puoi impararne alla sezione `server_getprint`.

If you open the `world.qgs` project with QGIS Desktop you will find a print layout named `Population distribution`. A simplified `GetPrint` request that exemplifies this amazing feature is:

```
http://qgisplatform.demo/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi
?map=/home/qgis/projects/world.qgs
&SERVICE=WMS
&VERSION=1.3.0&
REQUEST=GetPrint
&FORMAT=pdf
&TRANSPARENT=true
&SRS=EPSG:3857
&DPI=300
&TEMPLATE=Population distribution
&map0:extent=-432786,4372992,3358959,7513746
&LAYERS=countries
```

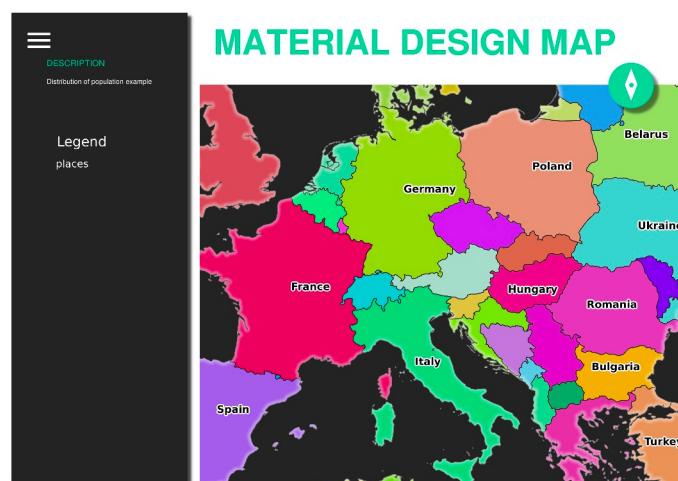


Fig. 11.6: Mostra i risultati pdf della richiesta GetPrint

Naturalmente, è difficile scrivere le richieste `GetMap`, `GetPrint`, ecc.

**QGIS Web Client** or **QWC** è un progetto client Web che può funzionare insieme a QGIS Server in modo che sia possibile pubblicare i propri progetti sul Web o aiutare a creare richieste QGIS Server per una migliore comprensione delle possibilità.

puoi installarlo così:

- Come utente `qgis` vai nella cartella `cd /home/qgis`.
- Scarica il progetto QWC da [qui](#) e decomprimilo.
- Crea un collegamento simbolico alla cartella `/var/www/html` in quanto è `DocumentRoot` che abbiamo configurato nell'host virtuale. Se hai decompresso l'archivio sotto `//home/qgis/Downloads/QGIS-Web-Client-master` puoi farlo con `sudo ln -s /home/qgis/Downloads/QGIS-Web-Client-master /var/www/html/`.
- Accedi a <http://qgisplatform.demo/QGIS-Web-Client-master/site/qgiswebclient.html?map=/home/qgis/projects/world.qgs> dal tuo navigatore.

Ora dovresti essere in grado di vedere la mappa come nella seguente figura:

Se clicchi sul pulsante `Stampa` in QWC, puoi creare richieste interattive `GetPrint`. Puoi anche cliccare sull'icona ? nel QWC per accedere all'aiuto disponibile in modo da poter scoprire meglio le possibilità di QWC.





Fig. 11.7: QGIS Web Client consuming the world.qgs project

### **11.2.7 In Conclusion**

Hai imparato come utilizzare QGIS Server per fornire i servizi WMS.

### **11.2.8 What's Next?**

Vedrai come usare QGIS come interfaccia per GRASS GIS.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) è un noto GIS a codice aperto con una vasta gamma di utili funzioni GIS. È stato rilasciato nel 1984 e da allora ha visto molti miglioramenti e funzionalità aggiuntive. QGIS ti consente di utilizzare direttamente i potenti strumenti GIS di GRASS.

## 12.1 Lesson: GRASS Setup

Using GRASS in QGIS requires you to think of the interface in a slightly different way. Remember that you're not working in QGIS directly, but working in GRASS *via* QGIS. Hence, make sure you have installed QGIS Desktop with Grass support.

 To open a QGIS session with GRASS available on Windows you have to click on the QGIS Desktop with GRASS icon.

**The goal for this lesson:** To begin a GRASS project in QGIS.

### 12.1.1 Follow Along: Start a New GRASS Session

To launch GRASS from within QGIS, you need to activate it as with any other plugin:

1. First, open a new QGIS project.
2. In the *Plugin Manager*, enable *GRASS* in the list:

The GRASS toolbar and the GRASS panel will appear:

The GRASS panel is not active because, before you can use GRASS, you need to create a *Mapset*. GRASS always works in a database environment, which means that you need to import all the data you want to use into a GRASS database.

The GRASS database has a straightforward structure, even if at a first look it seems very complicated. The most important thing you should know is that the upper level of the database is the *Location*. Each *Location* can contain different *Mapset*: in **every** *Mapset* you will find the *PERMANENT* *Mapset* because it is created by default by GRASS. Each *Mapset* contains the data (raster, vector, etc) in a particular structure, but don't worry, GRASS will take care of this for you.

Just remember: *Location* contains *Mapset* that contains the data. For more information visit the [GRASS website](#).

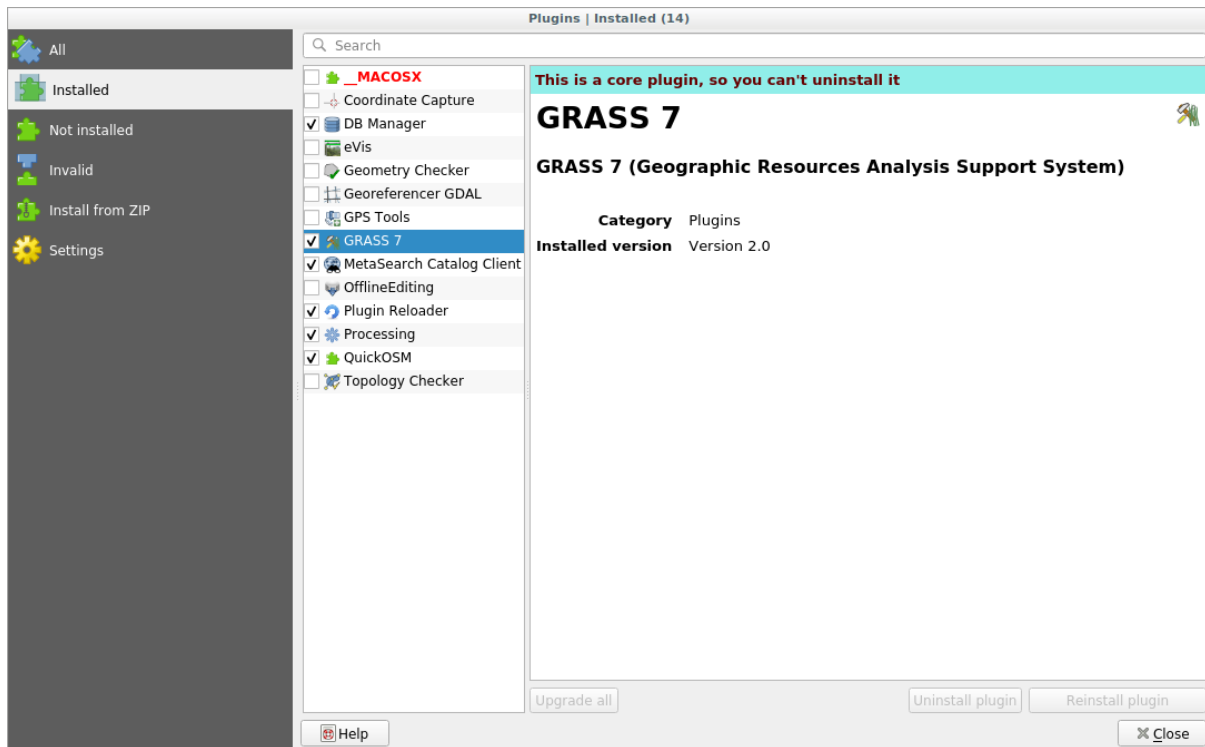


Fig. 12.1: GRASS toolbar





Fig. 12.2: GRASS Panel

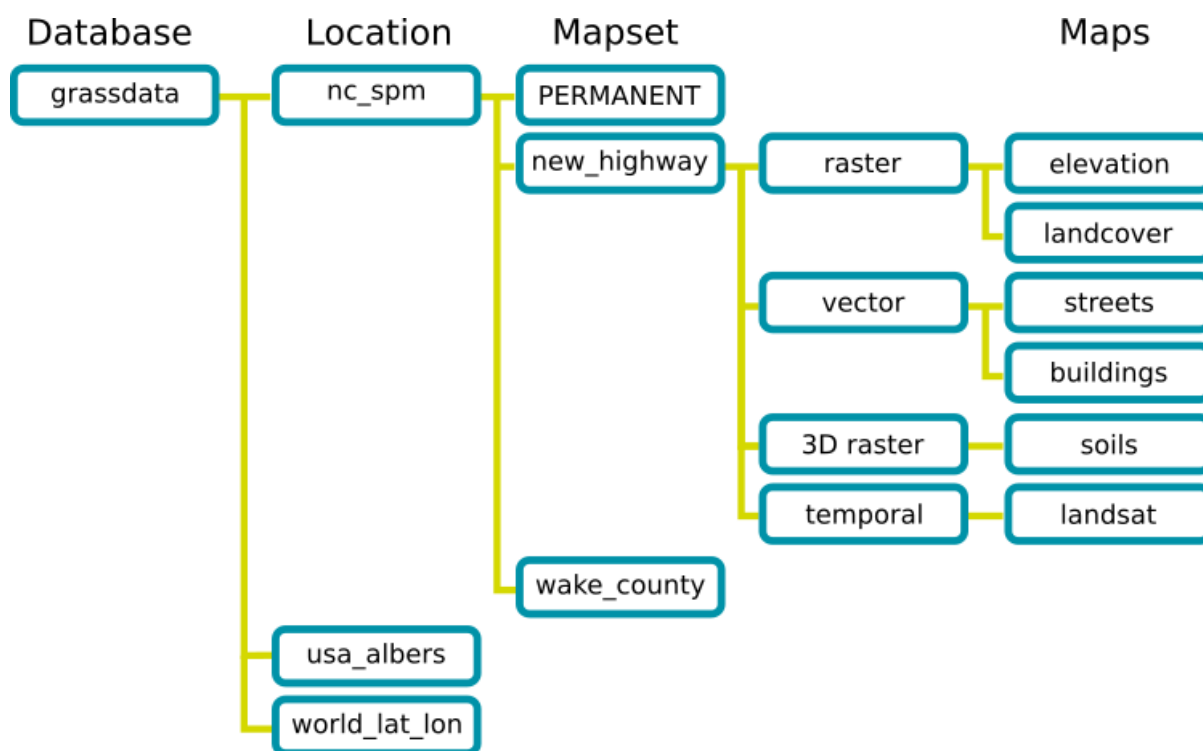


Fig. 12.3: GRASS database structure (from GRASS docs)

### 12.1.2 Follow Along: Start a New GRASS Project

1. Click on the *Plugins* → *GRASS* → *New Mapset* menu:  
You'll be asked to choose the location of the GRASS database.
2. Set it as the directory that will be used by GRASS to set up its database:
3. Click *Next*.

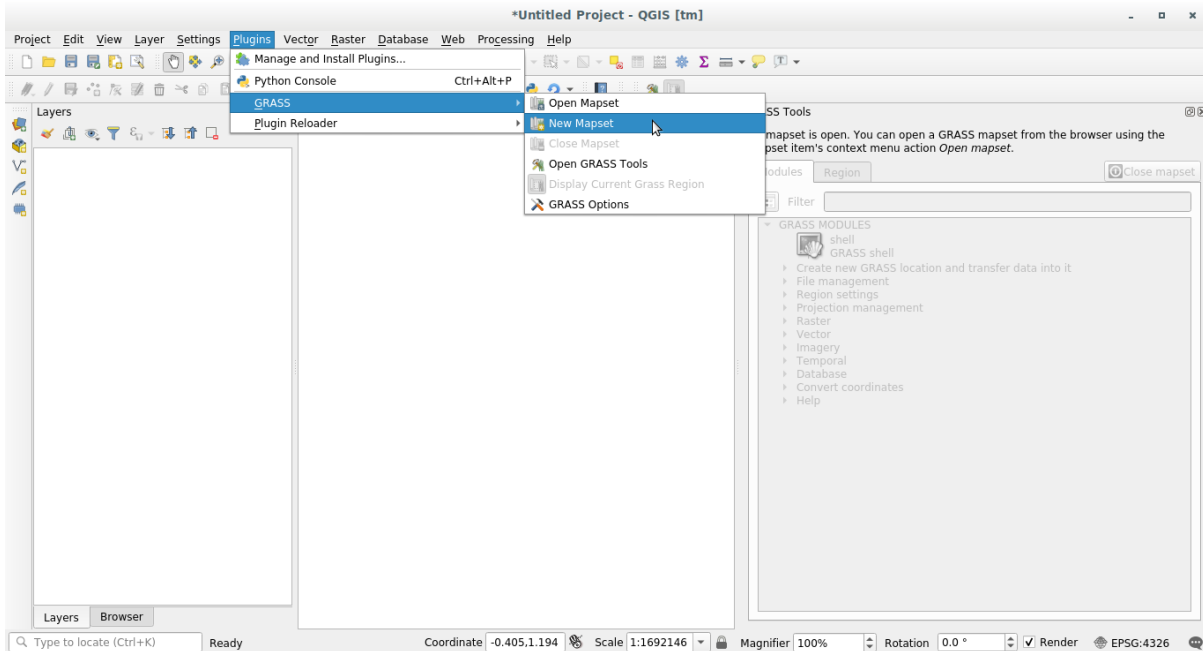
GRASS needs to create a `Location`, which describes the maximum extent of the geographic area you'll be working in, also known as `Grass Region`.

---

**Nota:** the `Region` is extremely important for GRASS because it describes the area in which all layers will be taken into account for GRASS. Everything that is outside will not be considered. Don't worry, you can always change the extent of the GRASS `Region` after the `Location` has been created

---

1. Call the new location `SouthAfrica`:
2. Click *Next*.
3. We'll be working with `WGS 84`, so search for and select this CRS:
4. Click *Next*.
5. Now select the region `South Africa` from the dropdown and click *Set*:
6. Click *Next*.
7. Create a mapset, which is the map file that you'll be working with.  
Once you're done, you'll see a dialog asking with a summary of all the information entered.
8. Click *Finish*.



9. Click *OK* on the success dialog.

You will see that the GRASS Panel will become active and you can start to use all GRASS tools.


### 12.1.3 Follow Along: Loading Vector Data into GRASS

You have now a blank map and before you can start to use all the GRASS tools you have to load data into the GRASS database, specifically into the Mapset. You cannot use GRASS tools with layer that are not loaded into a GRASS Mapset.


There are many different ways to load data in the GRASS database. Let's start with the first one.

### Follow Along: Load data using the QGIS Browser

In section *Il Pannello di Navigazione* we saw that the easiest and quickest way to load the data in QGIS is the Browser Panel.

GRASS data are recognized from the QGIS Browser as *real* GRASS data and you can notice it because you will see the GRASS icon next to the GRASS Mapset. Moreover you will see the  icon next to the Mapset that is opened.

---

**Nota:** You will see a replication of the GRASS Location as normal folder: GRASS Mapset data are those within the  folder

---

You can easily **drag and drop** layers from a folder to the GRASS Mapset.

Let's try to import the roads layer into the grass\_mapset Mapset of the SouthAfrica Location.

Go to the Browser, and simply drag the roads layer from the training\_data.gpkg GeoPackage file into the grass\_mapset Mapset.

That's it! If you expand the Mapset you will see the imported roads layer. You can now load in QGIS the imported layer like all the other layers.



**New Mapset**

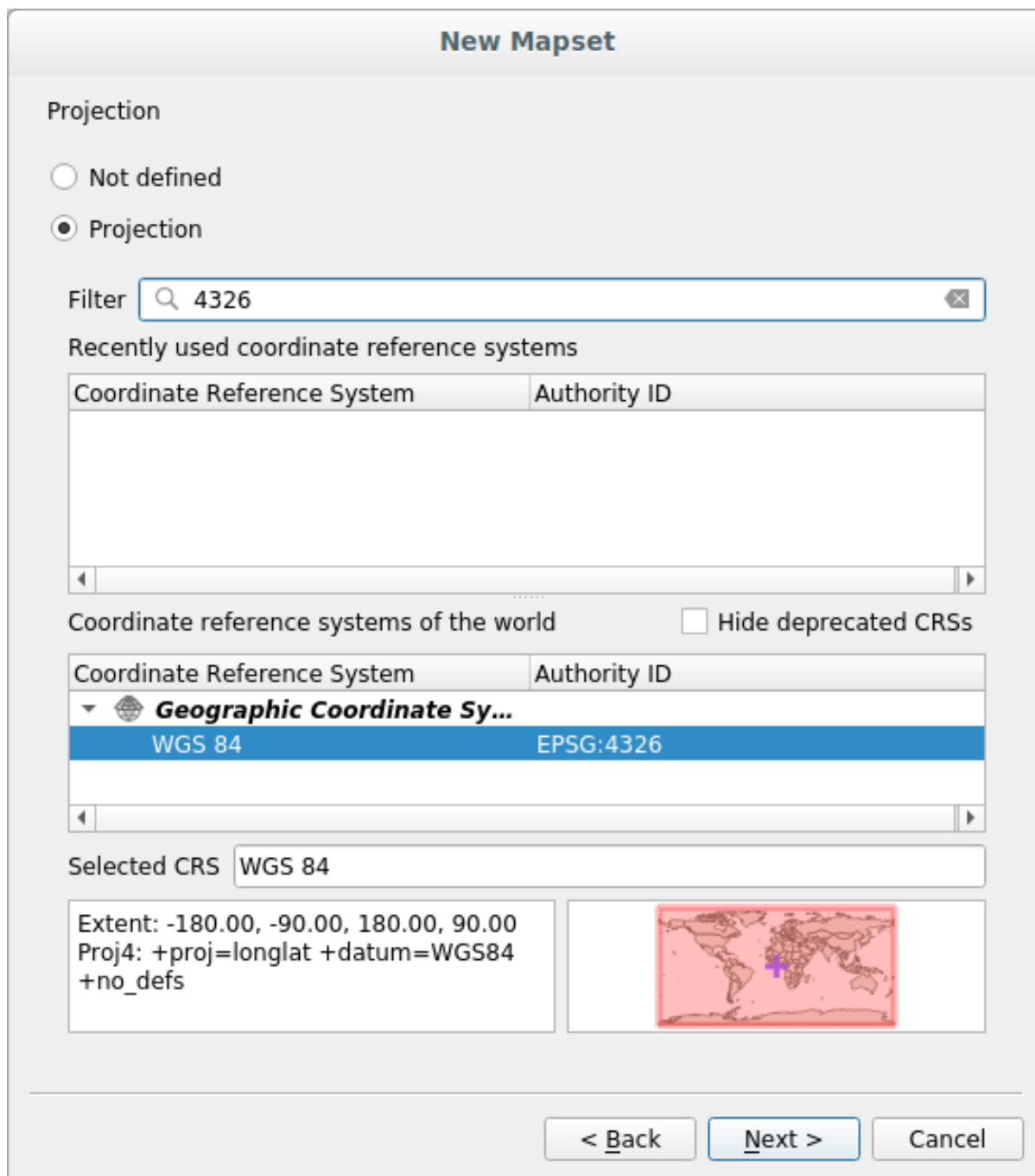
GRASS Location

Select location

Create new location

---

The GRASS location is a collection of maps for a particular territory or project.




### New Mapset

Default GRASS Region

North

West  East

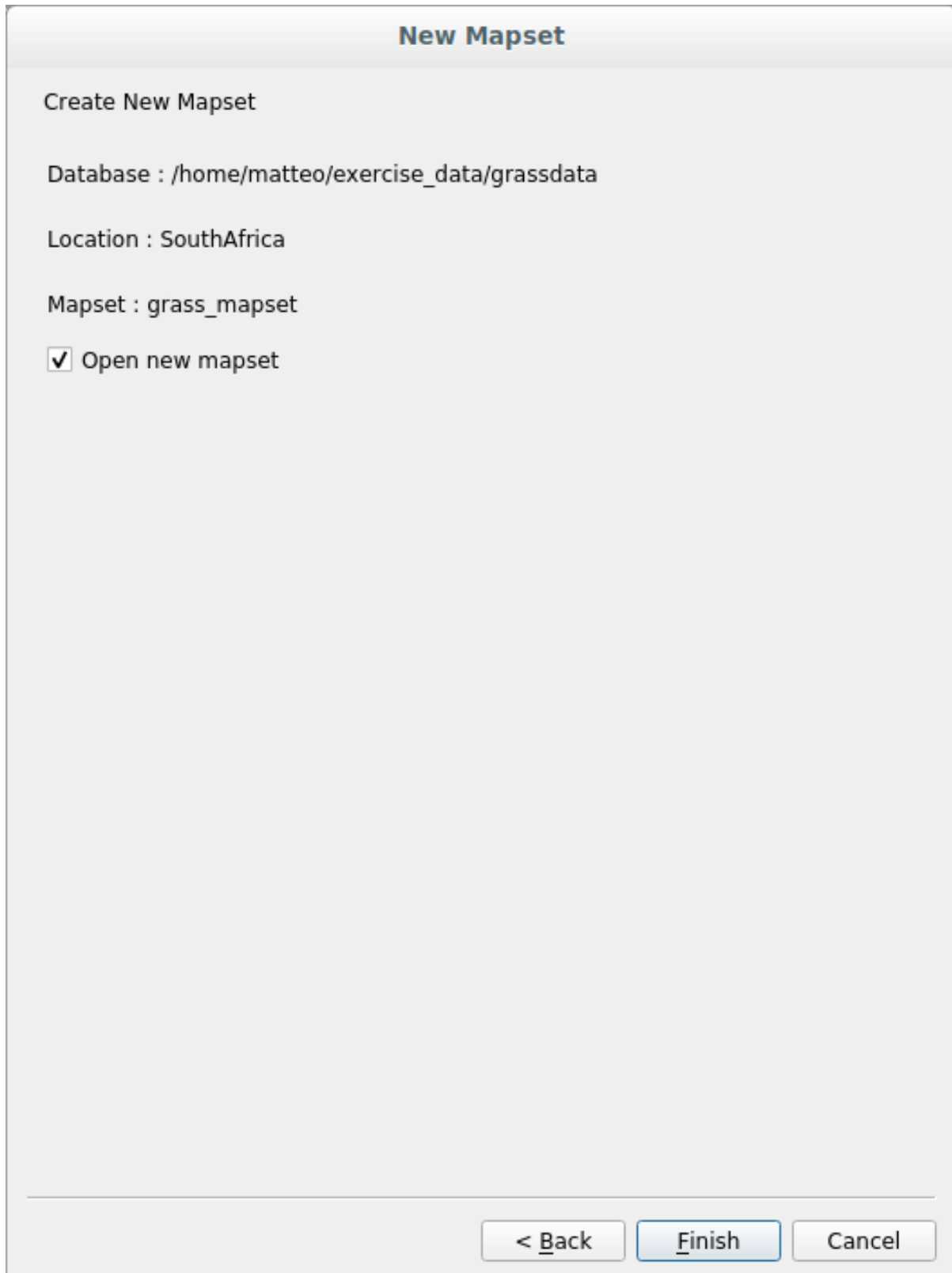
South

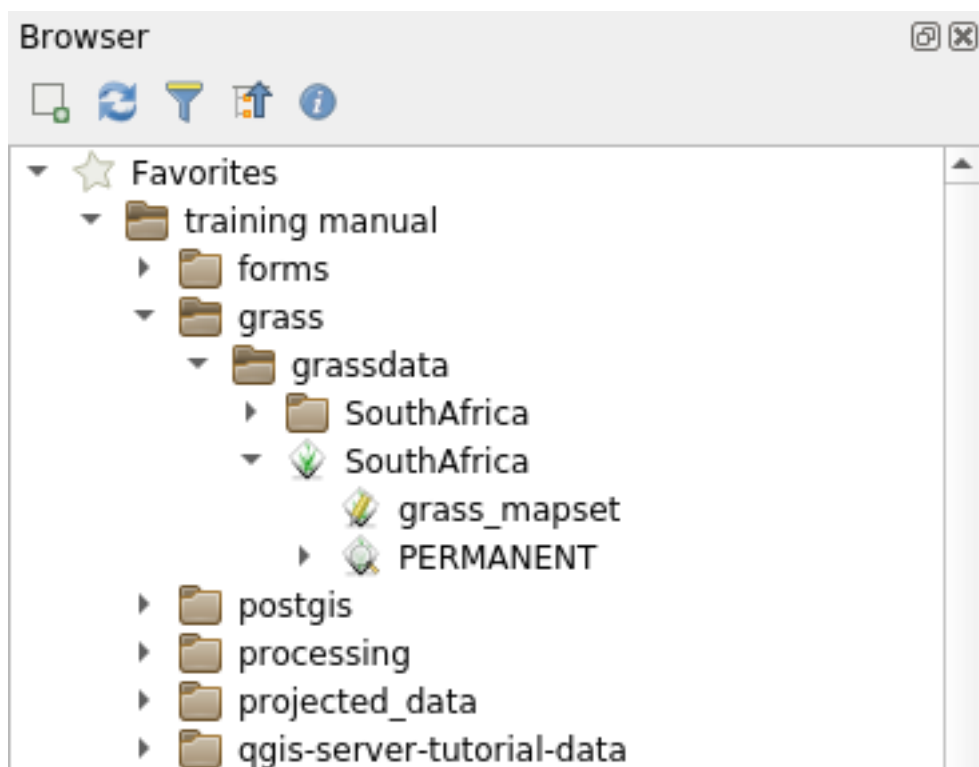


The GRASS region defines a workspace for raster modules. The default region is valid for one location. It is possible to set a different region in each mapset. It is possible to change the default location region later.









**Suggerimento:** You can also load layers from the Layer Legend Panel to Mapset in the Browser Panel. This will speed up incredibly your workflow!



### Follow Along: Load data using the GRASS Panel


We will use now the *long* method to load the `rivers.shp` layer into the same Mapset.

1. Load data into QGIS as usual. Use the `rivers.shp` dataset (found in the `exercise_data/shapefile/` folder)
2. As soon as it is loaded, click on the *Filter* box of the GRASS Panel and find the vector import tool by entering the term `v.in.ogr.qgis`:

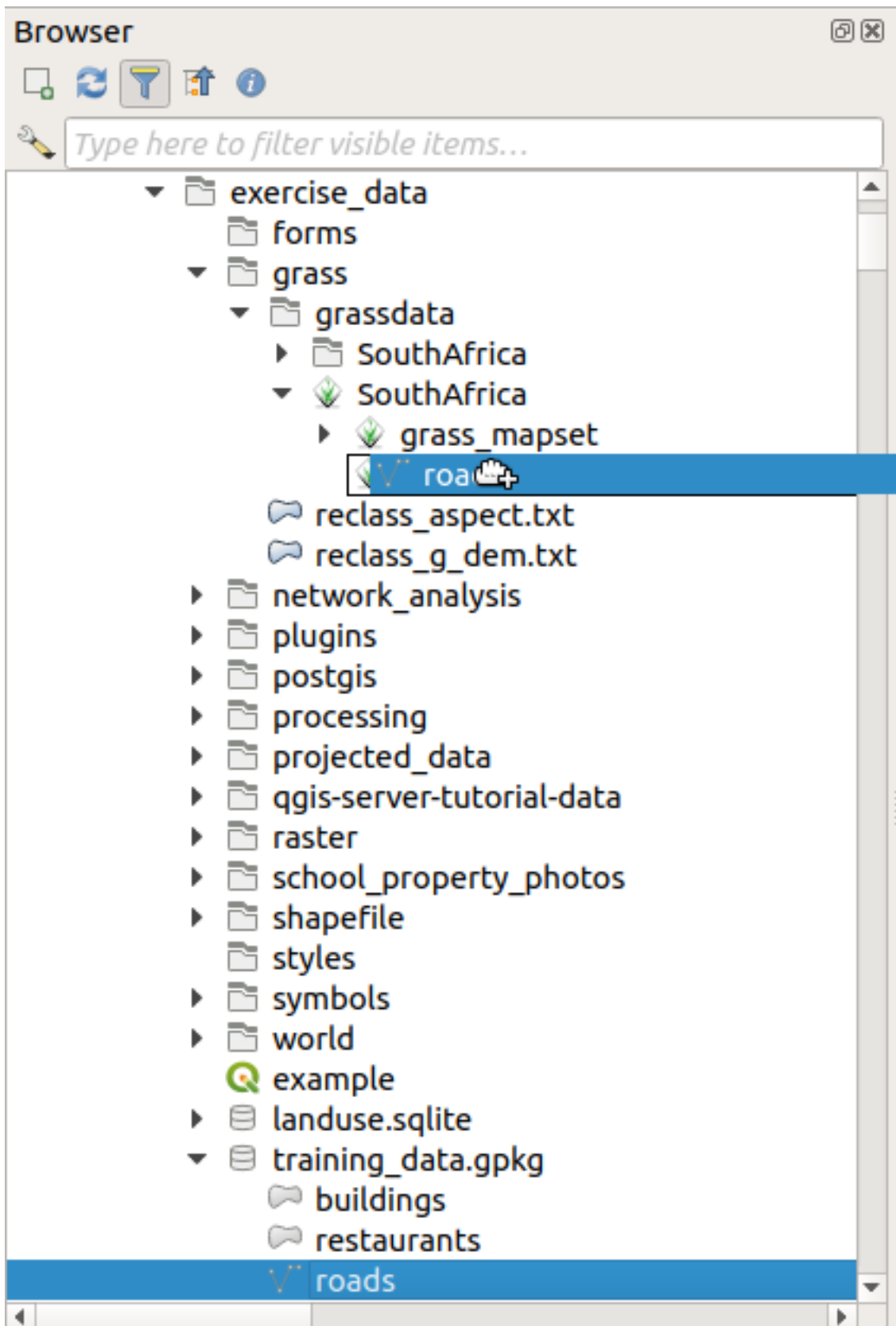
**Avvertimento:** There are 2 similar tools: `v.in.ogr.qgis` and `v.in.ogr.qgis.loc`. We are looking for the **first** one.

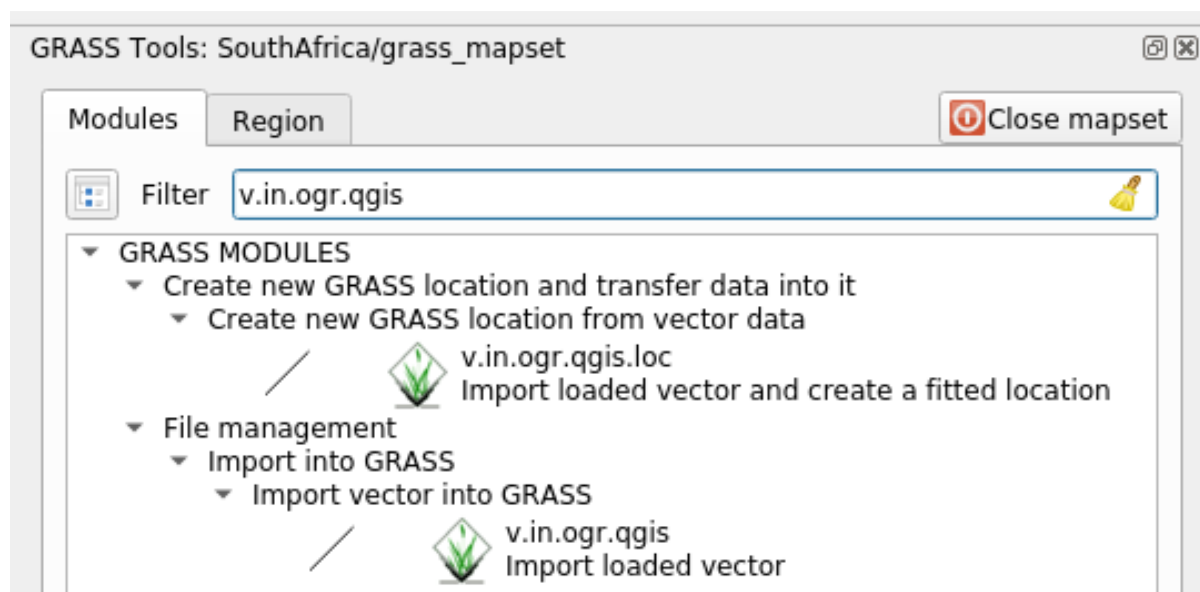
The `v` stands for *vector*, `in` means a function to import data into the GRASS database, `ogr` is the software library used to read vector data, and `qgis` means that the tool will look for a vector from among the vectors already loaded into QGIS.

3. Once you've found this tool, click on it to bring up the tool itself. Choose the `rivers` layer in the *Loaded Layer* box and type and name it `g_rivers` to prevent confusion:

**Nota:**  Note the extra import options provided under *Advanced Options*. These include the ability to add a WHERE clause for the SQL query used for importing the data.

4. Click *Run* to begin the import.





5. When it's done, click the *View output* button to see the newly imported GRASS layer in the map.
6. Close first the import tool (click the *Close* button to the immediate right of *View output*), then close the *GRASS Tools* window.
7. Remove the original *rivers* layer.

Now you are left with only the imported GRASS layer as displayed in your QGIS map.

### 12.1.4 Follow Along: Loading Raster Data into GRASS

You can import a raster layer in the same ways we imported vector layers.

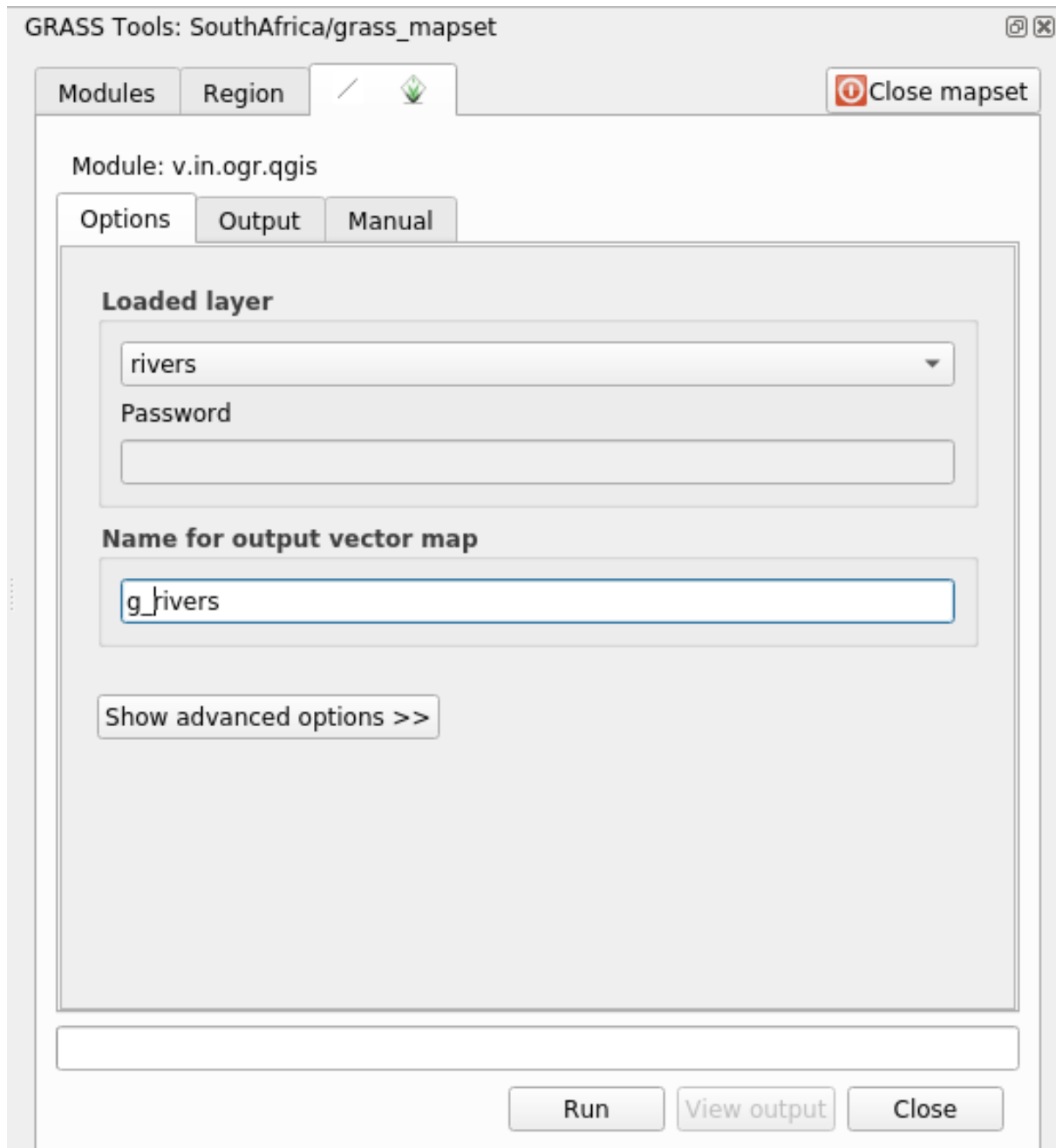
We are going to import in the GRASS Mapset the layer `srtm_41_19_4326.tif`.

---

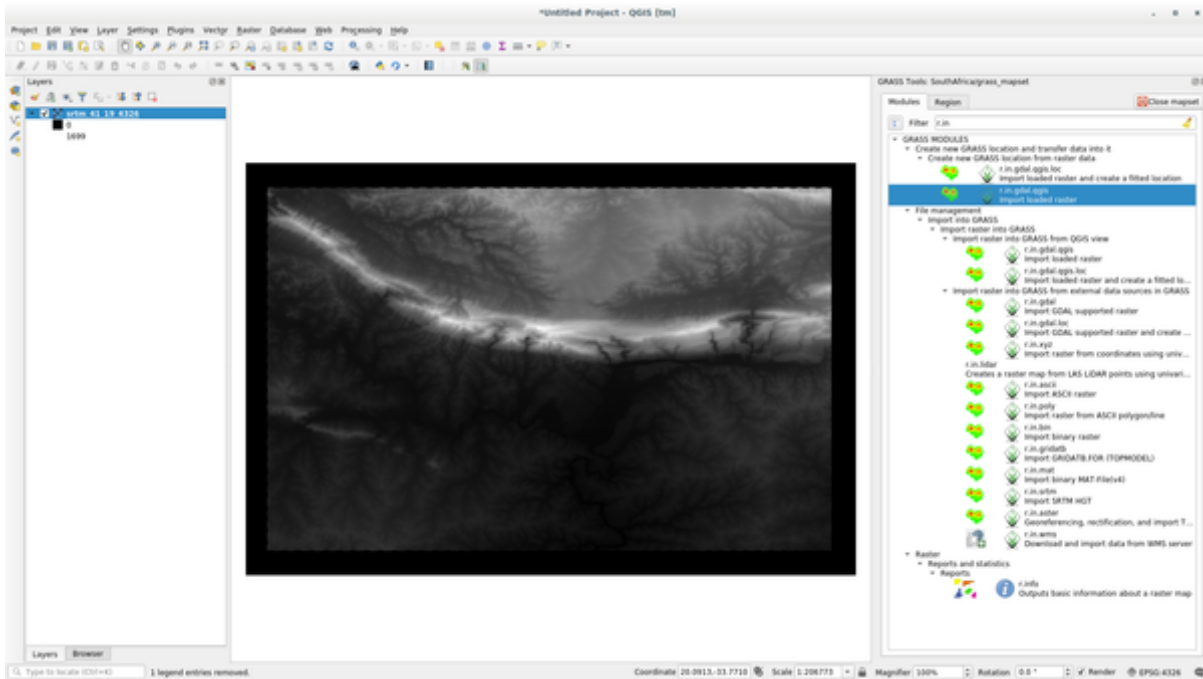
**Nota:** the raster layer is already in the correct CRS, WGS 84. If you have layers in different CRS you must reproject them in the same CRS of the GRASS Mapset

---

1. Load the `srtm_41_19_4326.tif` layer in QGIS
2. Open the *GRASS Tools* dialog again.
3. Click on the *Modules List* tab.
4. Search for `r.in.gdal.qgis` and double click the tool to open the tool's dialog.
5. Set it up so that the input layer is `srtm_41_19_4326.tif` and the output is `g_dem`.
6. Click *Run*.
7. When the process is done, click *View output*.
8. *Close* the current tab, and then *Close* the whole dialog.
9. You may now remove the original `srtm_41_19_4326.tif` layer.







### 12.1.5 Try Yourself Add Layers to Mapset

Try to import in the GRASS Mapset the vector layers `water.shp` and `places.shp` from the `exercise_data/shapefile/` folder. As we did for rivers rename the imported layer as `g_water` and `g_places` to avoid confusion

*Check your results*

### 12.1.6 Open an existing GRASS Mapset

If you have an existing GRASS Mapset you can easily reopen it in another session of QGIS.

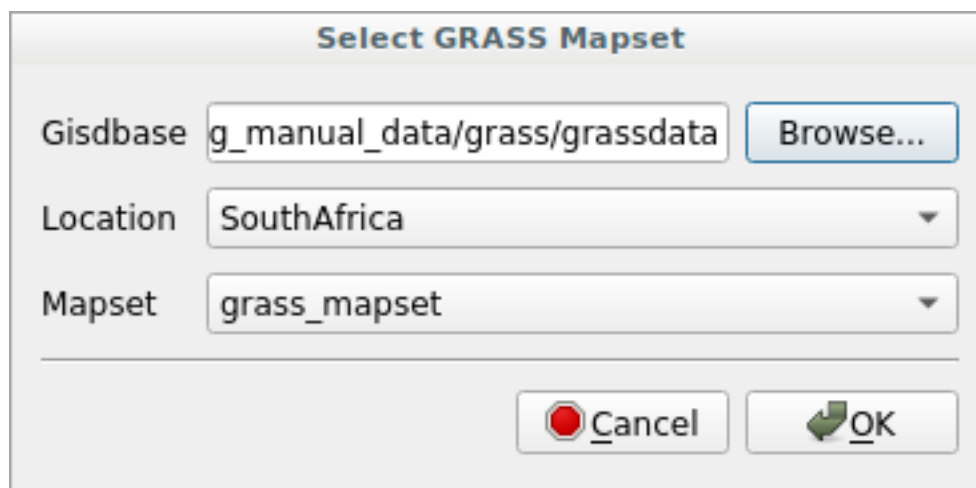
You have several method to open a GRASS Mapset, let's explore some of them.

Let's close the Mapset by clicking on the *Close Mapset* button of the *GRASS Tools* window.

### Follow Along: Using the GRASS plugin


1. Click on the *Plugins* → *GRASS* → *Open Mapset* menu next to the *Plugins* → *GRASS* → *New Mapset* menu that we saw in the previous section.
2. Browse to the GRASS database folder: be careful! You must choose the parent folder, not the GRASS Mapset one. Indeed GRASS will read all the `Locations` of the database and all the `Mapsets` of each `Location`:
3. Choose the `Location SouthAfrica` and the `Mapset grass_mapset` that we have created before.

That's it! The GRASS Panel will become active meaning that the Mapset has been correctly opened.



### Follow Along: Using the QGIS Browser

Even faster and easier is opening a Mapset using the QGIS Browser:

1. Close the Mapset (if it is open) by clicking on the *Close Mapset* button of the *GRASS Tools* window.
2. In the QGIS Browser, browse to the folder of the GRASS database.
3. Right click on the Mapset (remember, the Mapset has the  GRASS icon next to it). You will see some options.
4. Click on *Open mapset*:

The Mapset is now open and ready to use!

---

**Suggerimento:** Right click on a GRASS Mapset offers you a lot of different settings. Try to explore them and see all the useful options.

---

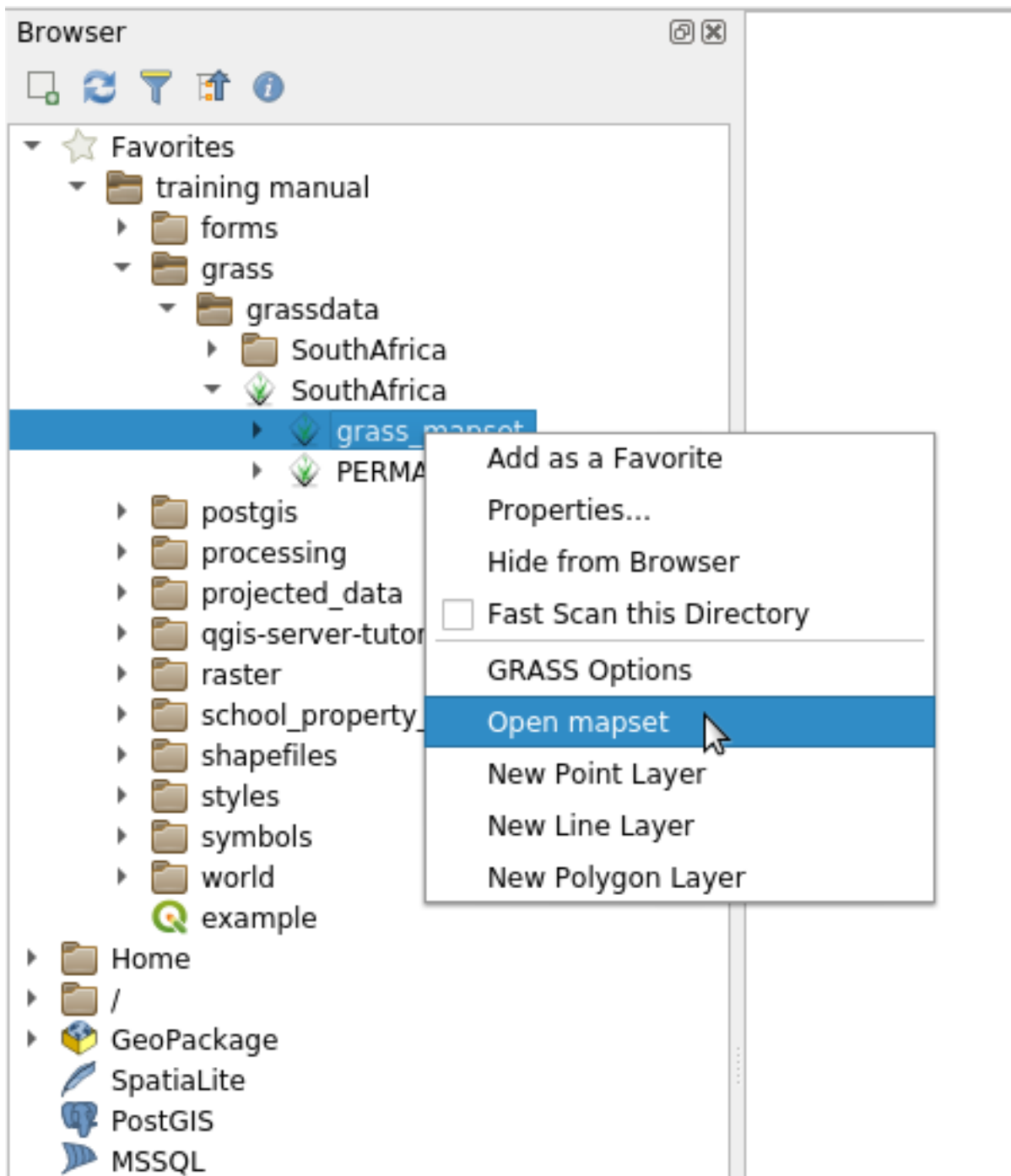
## 12.1.7 In Conclusion

The GRASS workflow for ingesting data is somewhat different from the QGIS method because GRASS loads its data into a spatial database structure. However, by using QGIS as a frontend, you can make the setup of a GRASS mapset easier by using existing layers in QGIS as data sources for GRASS.

## 12.1.8 What's Next?

Now that the data is imported into GRASS, we can look at the advanced analysis operations that GRASS offers.





## 12.2 Lesson: GRASS Tools

In this lesson we will present a selection of tools to give you an idea of the capabilities of GRASS.

### 12.2.1 Follow Along: Create an aspect map

1. Open the *GRASS Tools* tab
2. Load the `g_dem` raster layer from the *grass\_mapset* Mapset
3. Look for the *r.aspect* module by searching for it in the *Filter* field of the *Modules List* tab
4. Open the tool and set it up like this and click on the *Run* button:
5. When the process is finished click on *View Output* to load the resulting layer in the canvas:

The `g_aspect` layer is stored within the *grass\_mapset* Mapset so you can remove the layer from the canvas and reload it whenever you want.

### 12.2.2 Follow Along: Get basic statistic of raster layer

We want to know some basic statistics of the `g_dem` raster layer.

1. Open the *GRASS Tools* tab
2. Load the `g_dem` raster layer from the *grass\_mapset* Mapset
3. Look for the *r.info* module by searching for it in the *Filter* field of the *Modules List* tab
4. Set up the tool like this and click on *Run*:
5. Within the Output tab you will see some raster information printed, like the path of the file, the number of rows and columns and other useful information:

### 12.2.3 Follow Along: The Reclass Tool

Reclassifying a raster layer is a very useful task. We just created the `g_aspect` layer from the `g_dem` one. The value range gets from 0 (North) passing through 90 (East), 180 (South), 270 (West) and finally to 360 (North again). We can reclassify the `g_aspect` layer to have just 4 **categories** following specific *rules* (North = 1, East = 2, South = 3 and West = 4).

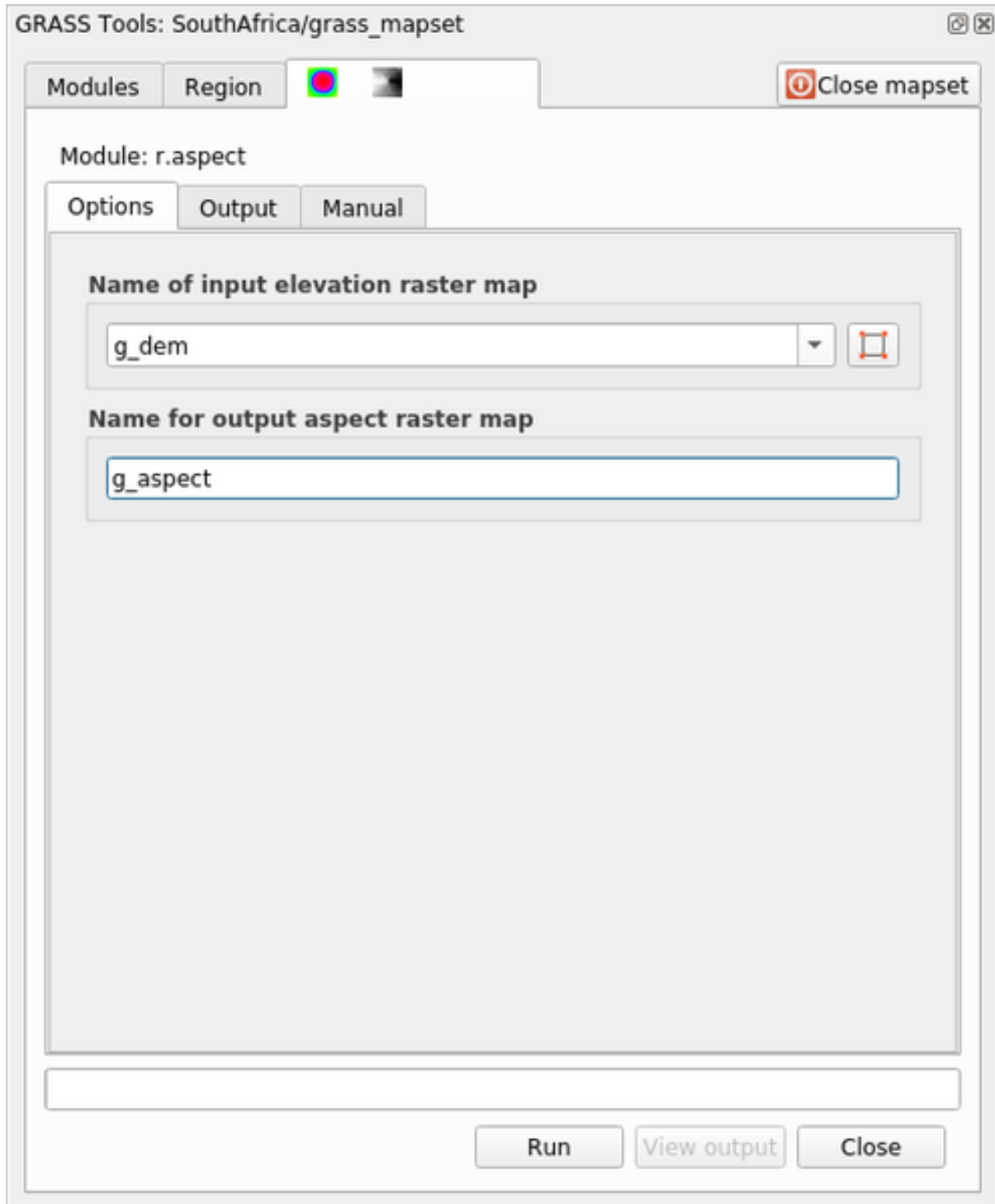
Grass reclassify tool accepts a `txt` file with the defined rules. Writing the rules is very simple and the GRASS Manual contains very good description.

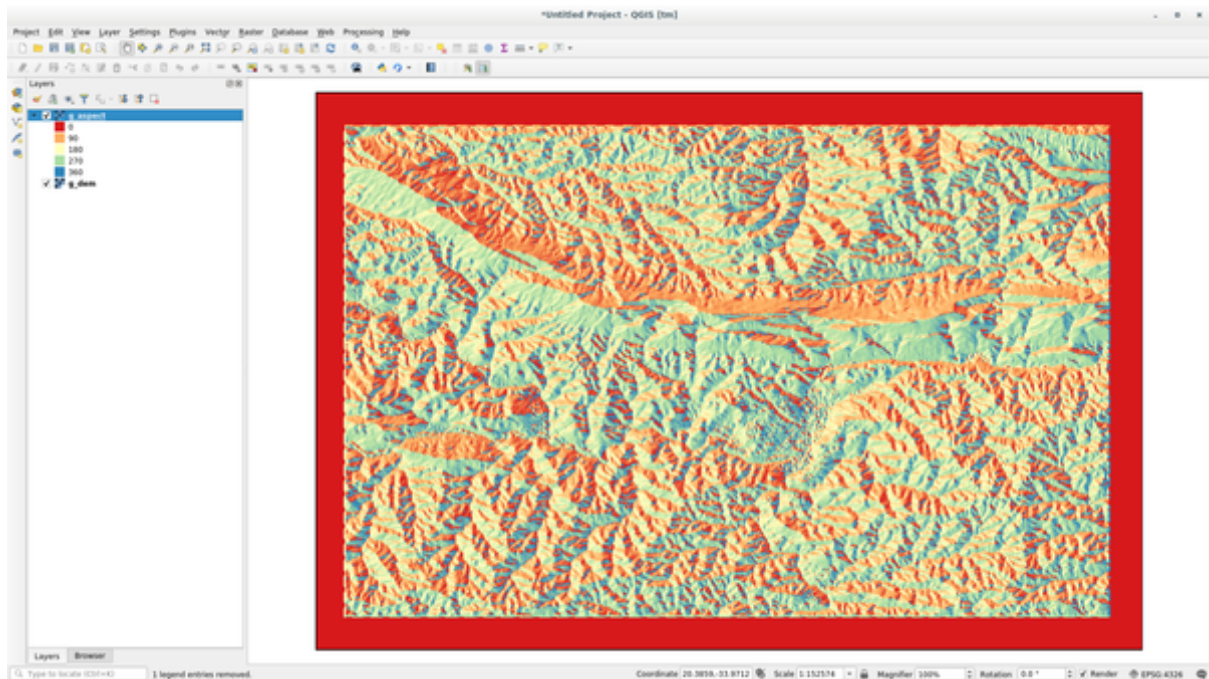
---

**Suggerimento:** Each GRASS tool has its own Manual tab. Take the time to read the description of the tool you are using to don't miss some useful parameters

---

1. Load the `g_aspect` layer or, if you don't have create it, go back to the *Follow Along: Create an aspect map* section.
2. Look for the *r.reclass* module by searching for it in the *Filter* field of the *Modules List* tab
3. Open the tool and set it up like the following picture. The file containing the rules is in the `exercise_data/grass/` folder, named `reclass_aspect.txt`.
4. Click on *Run* and wait until the process is finished:





5. Click on *View Output* to load the reclassified raster in the canvas

The new layer is made up by just 4 values (1, 2, 3, and 4) and it is easier to manage and to process.

---

**Suggerimento:** Open the `reclass_aspect.txt` with a text editor to see the rules and to start becoming used to them. Moreover, take a deep look at the GRASS manual: a lot of different examples are pointed out.

---

## 12.2.4 Try Yourself Reclassify with your rules

Try to reclassify the `g_dem` layer into 3 new categories:

- from 0 to 1000, new value = 1
- from 1000 to 1400, new value = 2
- from 1400 to the maximum raster value, new value = 3

*Check your results*

## 12.2.5 Follow Along: The Mapcalc Tool

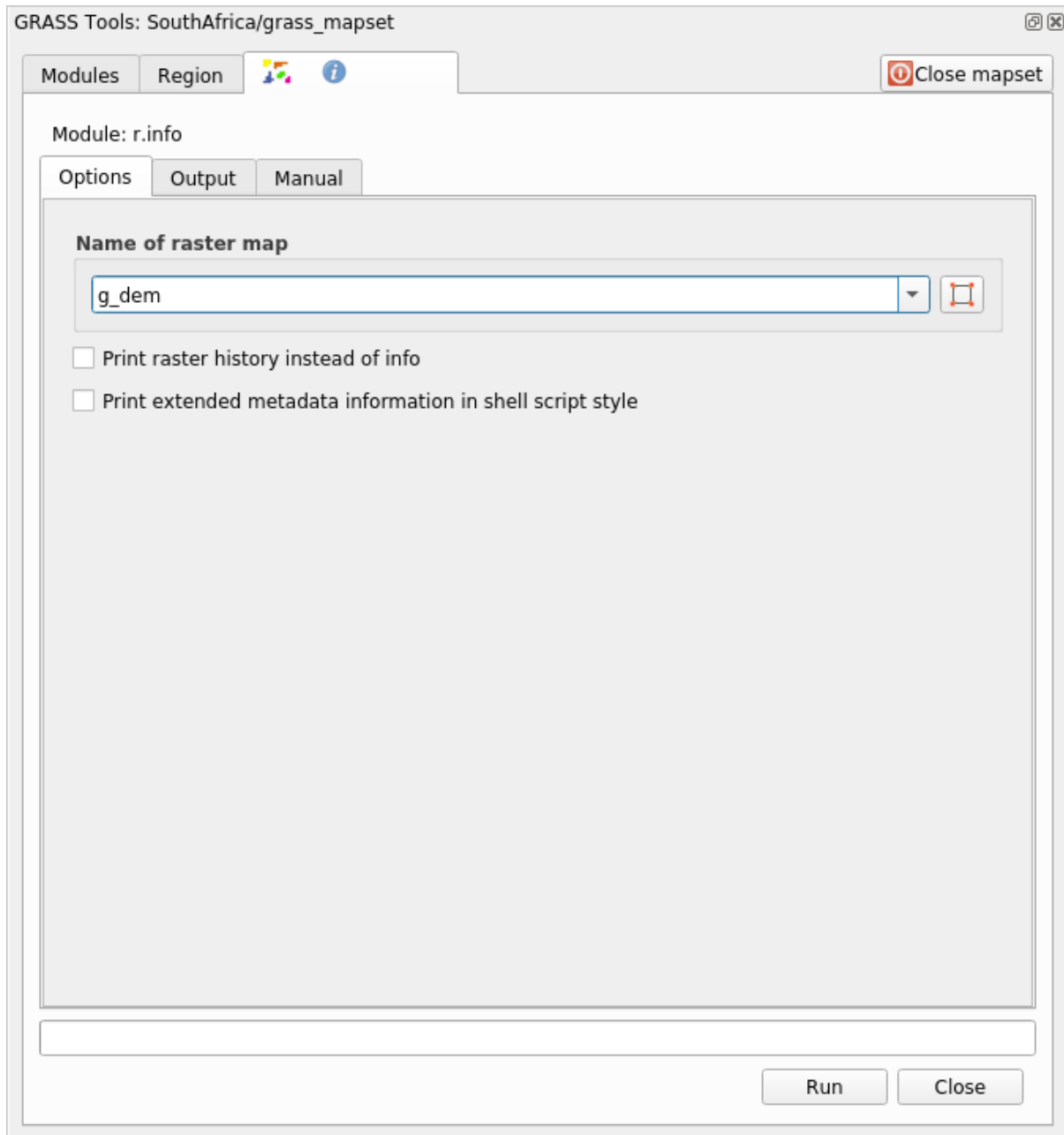
The Mapcalc tools is similar to the Raster Calculator of QGIS. You can perform mathematical operation on one or more raster layers and the final result will be a new layer with the calculated values.

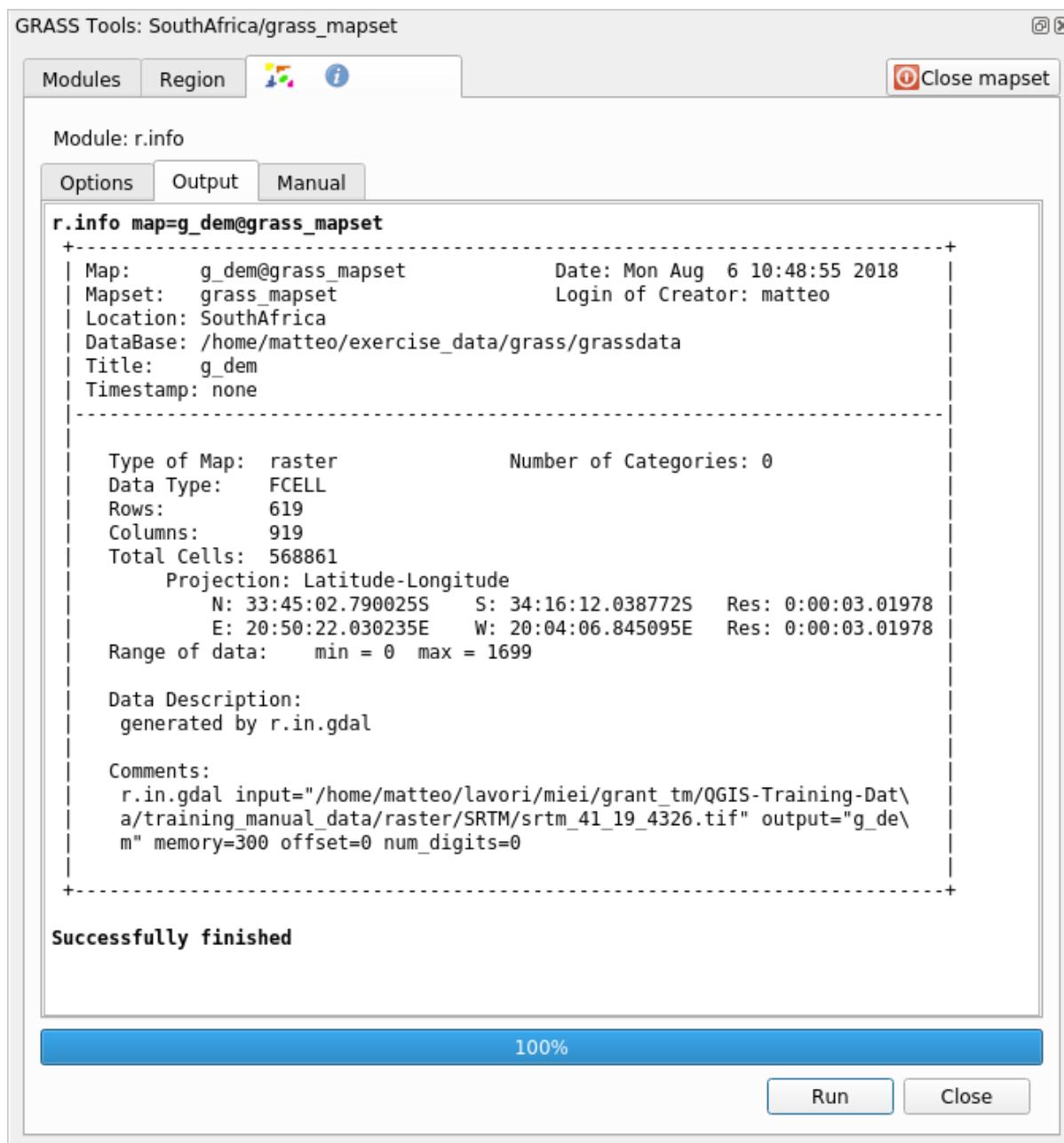
The aim of the next exercise is to extract the values greater than 1000 from the `g_dem` raster layer.

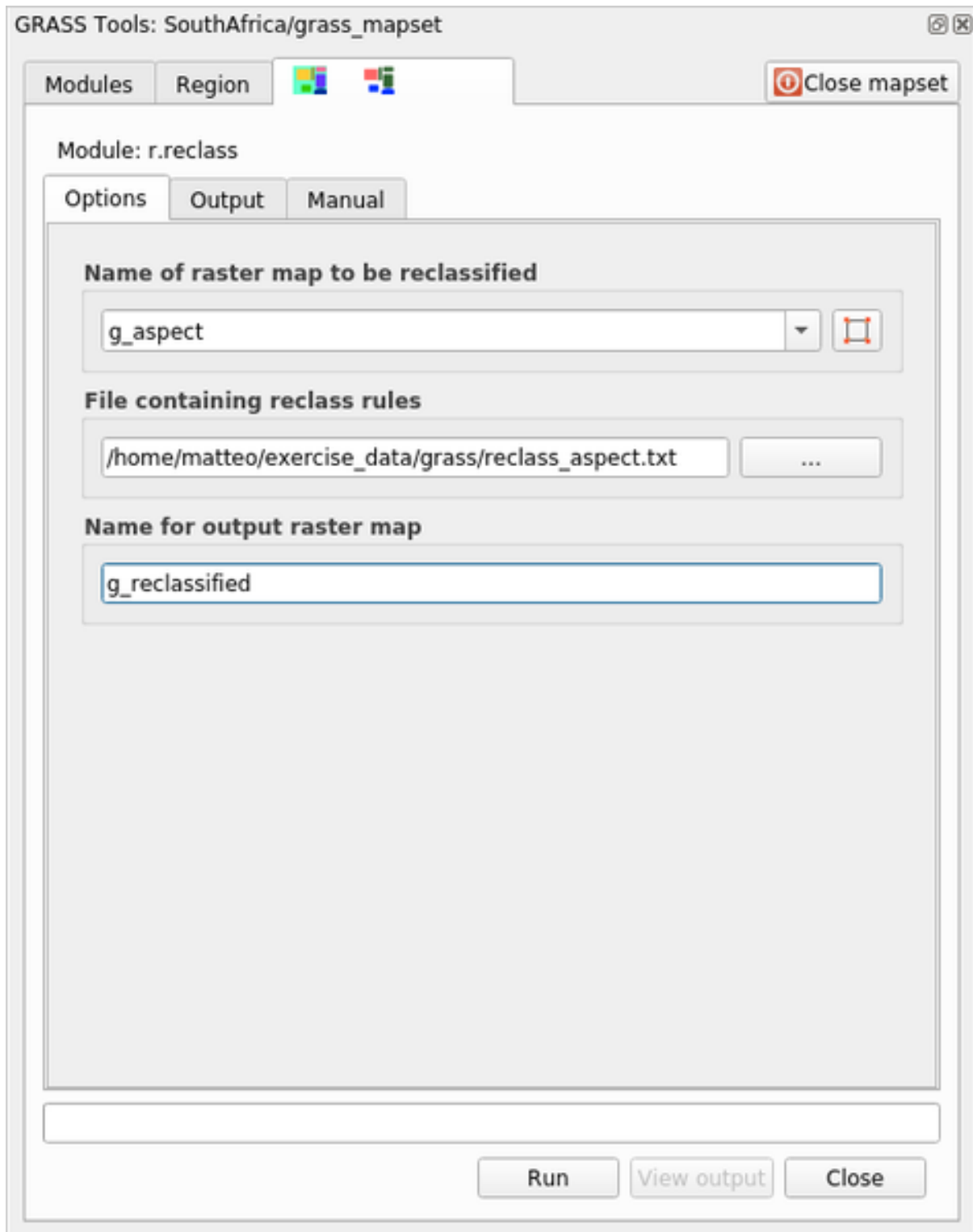
1. Look for the `r.mapcalc` module by searching for it in the *Filter* field of the *Modules List* tab.
2. Start the tool.

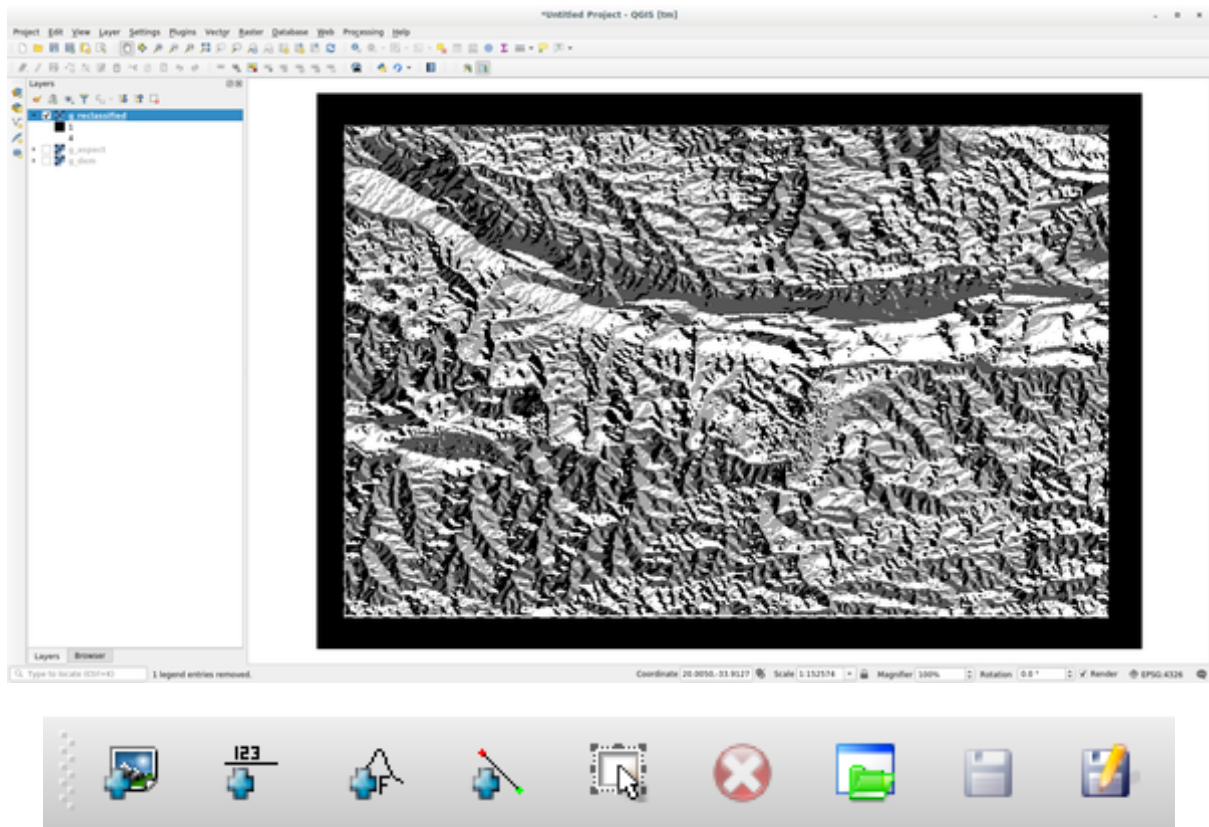
The *Mapcalc* dialog allows you to construct a sequence of analyses to be performed on a raster, or collection of rasters. You will use these tools to do so:

In order, they are:









- *Add map*: Add a raster file from your current GRASS mapset.
- *Add constant value*: Add a constant value to be used in functions, 1000 in this case
- *Add operator or function*: Add an operator or function to be connected to inputs and outputs, we will use the operator `greater equals than`
- *Add connection*: Connect elements. Using this tool, click and drag from the red dot on one item to the red dot on another item. Dots that are correctly connected to a connector line will turn gray. If the line or dot is red, it is not properly connected!
- *Select item*: Select an item and move selected items.
- *Delete selected item*: Removes the selected item from the current mapcalc sheet, but not from the mapset (if it is an existing raster)
- *Open*: Open an existing file with the operation defined
- *Save*: Save all the operation in a file
- *Save as*: Save all the operations as a new file on the disk.

3. Using these tools, construct the following algorithm:

4. Click on *Run* and then on *View output* to see the output displayed in your map:

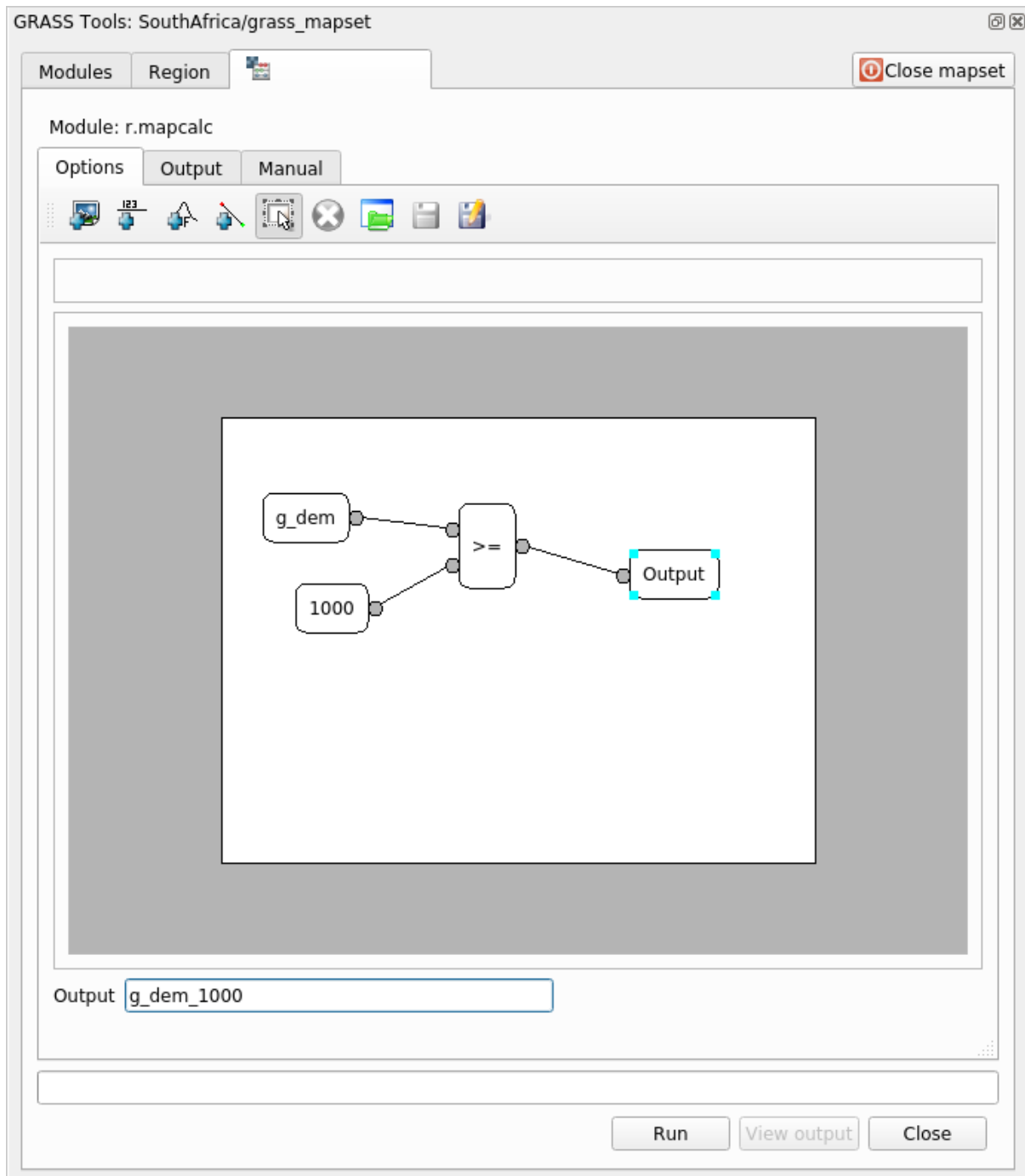
This shows all the areas where the terrain is higher than 1000 meters.

---

**Suggerimento:** You can also save the formula you have created and load it in another QGIS project by clicking on the last button on the GRASS Mapcalc toolbar.

---







## 12.2.6 In Conclusion

In this lesson, we have covered only a few of the many tools GRASS offers. To explore the capabilities of GRASS for yourself, open the *GRASS Tools* dialog and scroll down the *Modules List*. Or for a more structured approach, look under the *Modules Tree* tab, which organizes tools by type.

Usa i tuoi dati per questa sezione. Avrai bisogno di:

- un insieme di dati vettoriali puntuali fatto di punti di interesse, con i nomi dei punti e categorie multiple
- un dataset vettoriale lineare delle strade
- un dataset vettoriale poligonale dell'uso del suolo (utilizzando i confini delle proprietà)
- un'immagine con lo spettro visivo (come una foto aerea)
- un DEM (scaricabile da *CGIAR-CSI* <<http://srtm.csi.cgiar.org/>> \_ se non ne hai uno tuo)

## 13.1 Crea una mappa di base

Prima di fare qualsiasi analisi di dati, ti servirà una mappa di base, che ti fornirà il risultato della tua analisi nel contesto.


### 13.1.1 Aggiungi il layer puntuale

- Prendi il layer puntuale. In base al livello in cui stai facendo il corso, fai solo quello che è elencato nella sezione appropriata sotto:



- Etichetta i punti secondo un solo attributo, come il nome del luogo. Usa un carattere piccolo e mantieni le etichette in maniera discreta. L'informazione deve essere disponibile, ma non dovrebbe essere l'elemento principale della mappa.
- Classifica i punti con differenti colori basati su una categoria. Ad esempio, le categorie potrebbero includere «destinazione turistica», «stazione di polizia» e «centro della città».



- Fai lo stesso della sezione 
- Classifica la dimensione dei punti per importanza: più un elemento è significativo, più deve essere largo il suo punto. Comunque non superare la dimensione dei punti 2.00.
- Per gli elementi che non sono localizzati in un punto singolo (ad esempio, nomi di province/regioni, o nomi di città ad una scala ampia), non assegnare nessun punto.



- Non usare i simboli puntuali per la simbolizzazione del layer. Invece, usa etichette centrate al di sopra dei punti; i simboli dei punti stessi non devono avere una dimensione.
- Usa *Impostazioni definite dei dati* per disegnare le etichette in categorie significative.
- Aggiungi le colonne degli attributi appropriate se necessario. Quando fai questo non creare dati inventati - piuttosto, usa il *Calcolatore di campi* per popolare le nuove colonne, basate su valori appropriati esistenti nel dataset.

### 13.1.2 Aggiungi il layer di linee

- Aggiungi il layer delle strade e cambia la sua simbologia. Non etichettare le strade.




- Cambia la simbologia delle strade in un colore lineare con una linea ampia. Dagli anche una trasparenza.



- Crea un simbolo con i layer a simboli multipli. Il simbolo risultante dovrebbe somigliare ad una strada reale. Tu puoi usare un simbolo semplice per questo; ad esempio, una linea nera con una linea continua bianca posta al centro di quella nera. Può essere anche più elaborata, ma la mappa risultante non deve essere troppo occupata.
- Se il tuo dataset ha un'alta densità di strade alla scala che tu vuoi mostrare nella mappa, dovresti avere due layer delle strade: un simbolo simile alle strade elaborato e un simbolo più semplice per la scala più piccola. (Usa la visibilità basata sulla scala per fargli cambiare simbologia in base alla scala appropriata.)
- Tutti i simboli dovrebbero avere layer con simboli multipli. Usa i simboli per visualizzarli correttamente.



- Fai lo stesso come nella sezione sopra .
- In più, le strade dovrebbero venir classificate. Quando si usano simboli realistici delle strade, ogni tipo di strada dovrebbe avere un simbolo appropriato; ad esempio, per una autostrada dovrebbero apparire due corsie per le due direzioni.

### 13.1.3 Aggiungi il vettore di poligoni

- Aggiungi il vettore dell'uso del suolo e modifica la sua simbologia.



- Classifica il layer secondo l'uso del suolo. Usa colori pieni.



- Classifica il layer secondo l'uso del suolo. Dove appropriato, incorpora i vettori dei simboli, diversi tipi di simboli, ecc. Conserva i risultati che sembrano attenuati ed uniformi. Tieni in mente che questo sarà parte di uno sfondo!



- Usa una classificazione basata su regole per classificare l'uso del suolo in categorie generali, quali «urbano», «rurale», «riserva naturale», ecc.

### 13.1.4 Crea lo sfondo raster

- Crea una ombreggiatura dal DEM ed usala in sovrapposizione per una versione classificata dello stesso DEM. Tu puoi anche usare il plugin *Rilievo* (come mostrato nella sezione sui plugin).

### 13.1.5 Completa la mappa di base

- Usando le risorse di cui sopra, crea una mappa di base usando alcuni o tutti i layers. Questa mappa dovrebbe includere tutte le informazioni di base necessarie per orientare l'utente, così come per essere unificate / semplici.

## 13.2 Analizza i dati

- Stai cercando una proprietà che soddisfi alcuni criteri.
- Puoi decidere sulla base dei tuoi criteri, quelli che devi documentare.
- Ci sono alcune linee guida per questi criteri:
  - la proprietà di destinazione dovrebbe avere un certo tipo di uso del suolo
  - dovrebbe essere ad una certa distanza dalle strade o dovrebbe essere attraversata da una strada
  - dovrebbe essere ad una certa distanza da alcune categorie di punti, quale un ospedale ad esempio

### 13.2.1

- Includi l'analisi raster nei tuoi risultati. Considera almeno una caratteristica derivata dal raster, come l'esposizione o la pendenza.

## 13.3 Mappa finale

- Usa *Print Layout* per creare una mappa finale, che incorpora i tuoi risultati dell'analisi.
- Includi questa mappa in un documento insieme con i tuoi criteri attestati. Se la mappa è diventata troppo piena visualmente per via dei layer aggiunti, deseleziona il(i) layer che tu pensi siano strettamente necessari.
- La tua mappa deve includere un titolo ed una legenda.

---

## Module: Applicazioni nel settore forestale

---

Nei moduli da 1 a 13, hai imparato molto su QGIS e il suo utilizzo. Se sei interessato ad imparare alcune applicazioni GIS nel settore forestale, questo modulo ti darà la possibilità di applicare ciò che hai imparato e ti mostrerà alcuni strumenti utili.



Lo sviluppo di questo modulo è stato sponsorizzato dall'Unione Europea.

### 14.1 Lesson: Presentazione del modulo forestale

All'interno di questo modulo dedicato alle applicazioni forestali verranno richieste nozioni imparate via via nei moduli da 1 a 11 di questo manuale pratico. Gli esercizi contenuti nelle prossime lezioni prevedono che tu conosca già molte delle operazioni di base in QGIS e verranno approfonditi solo gli strumenti che non sono mai stati usati in precedenza.

Ciò nonostante, il modulo manterrà un livello base in tutte le lezioni in modo che, se hai già una precedente esperienza con QGIS, puoi molto probabilmente seguire le istruzioni senza problemi.

Nota che per questo modulo è necessario scaricare un pacchetto di dati aggiuntivo.

#### 14.1.1 Dati di esempio per Selvicoltura

---

**Nota:** I dati per l'esempio utilizzati in questo modulo fanno parte del dell'insieme dei dati del manuale di training e puoi [scaricarli qui](#). Scarica il file compresso ed estrai la cartella `forestry\` nella tua cartella `exercise_data\`.

---

I dati di esempio relativi alla silvicoltura (mappa forestale, dati dendrometrici) sono stati forniti dal [EVO-HAMK forestry school](#). I dati sono stati modificati per adattarsi alle esigenze delle lezioni.

I dati di esempio generali (immagini aeree, dati LiDAR, mappe) sono stati ottenuti dal National Land Survey of Finland open data service e adattati ai fini delle esercitazioni. Puoi accedere al servizio per scaricare i file di dati in inglese [qui](#).

**Avvertimento:** Come per il resto del manuale di addestramento, questo modulo include istruzioni su come aggiungere, eliminare e modificare i dati GIS. A tale scopo abbiamo fornito specifici dati per il training. Prima di utilizzare le tecniche descritte qui sui dati, assicurati sempre di disporre salvataggi adeguati!

## 14.2 Lesson: Georeferencing a Map

A common forestry task would be the update of the information for a forestry area. It is possible that the previous information for that area dates several years back and was collected analogically (that is, in paper) or perhaps it was digitized but all you have left is the paper version of that inventory data.

Most likely you would like to use that information in your GIS to, for example, compare later with later inventories. This means that you will need to digitize the information at hand using your GIS software. But before you can start the digitizing, there is an important first step to be done, scanning and georeferencing your paper map.

**The goal for this lesson:** To learn to use the Georeferencer tool in QGIS.

### 14.2.1 Scan the map

The first task you will have to do is to scan your map. If your map is too big, then you can scan it in different parts but keep in mind that you will have to repeat preprocessing and georeferencing tasks for each part. So if possible, scan the map in as few parts as possible.

If you are going to use a different map than the one provided with this manual, use your own scanner to scan the map as an image file, a resolution of 300 DPI will do. If your map has colors, scan the image in color so that you can later use those colors to separate information from your map into different layers (for ex., forest stands, contour lines, roads...).

For this exercise you will use a previously scanned map, you can find it as `rautjarvi_map.tif` in the data folder `exercise_data/forestry`

### 14.2.2 Follow Along: Georeferencing the scanned map

Open QGIS and set the project's CRS to ETRS89 / ETRS-TM35FIN in *Project > Properties > CRS*, which is the currently used CRS in Finland.

Save the QGIS project as `map_digitizing.qgs`.

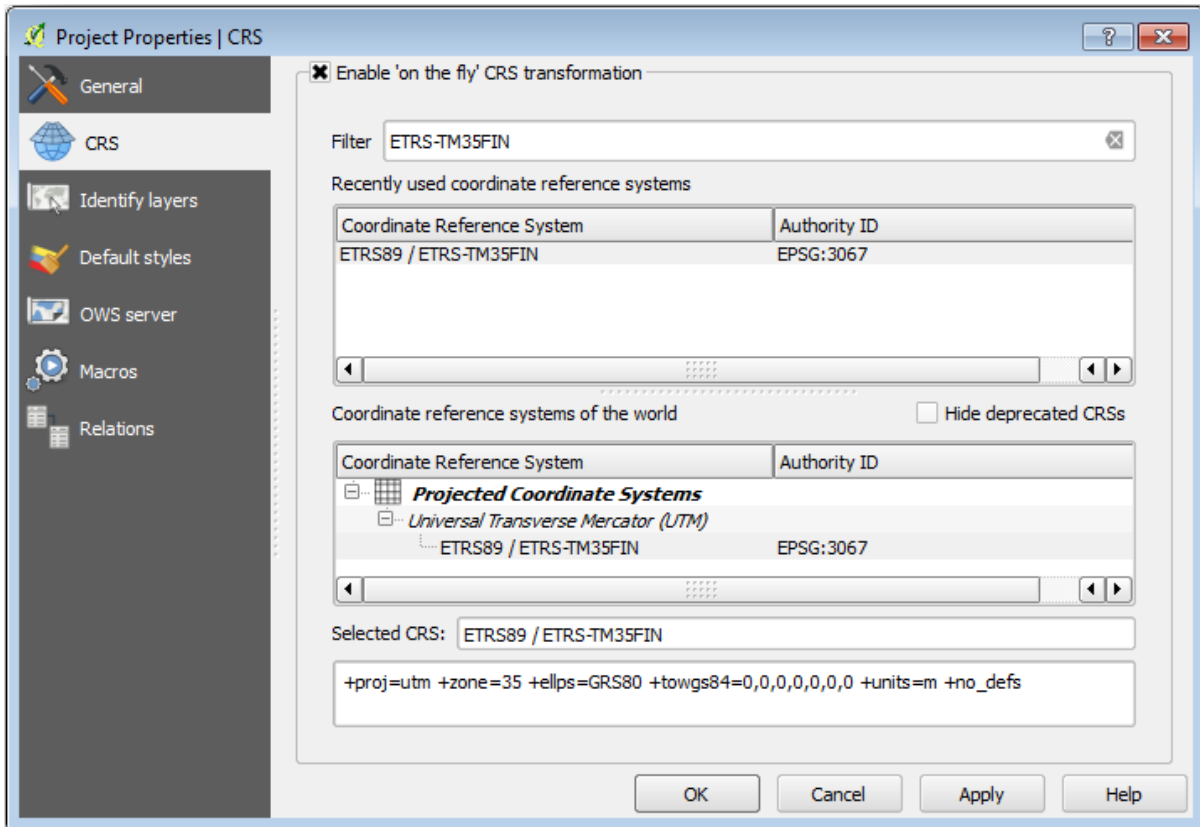
You will use the georeferencing plugin from QGIS, the plugin is already installed in QGIS. Activate the plugin using the plugin manager as you have done in previous modules. The plugin is named *Georeferencer GDAL*.

To georeference the map:

- Open the georeference tool, *Raster > Georeferencer > Georeferencer*.
- Add the map image file, `rautjarvi_map.tif`, as the image to georeference, *File > Open raster*.
- When prompted find and select the `KKJ / Finland zone 2 CRS`, it is the CRS that was used in Finland back in 1994 when this map was created.
- Click *OK*.

Next you should define the transformation settings for georeferencing the map:





- Open *Settings* *Transformation settings*.
- Click the icon next to the Output raster box, go to the folder and create the folder `exercise_data\forestry\digitizing` and name the file as `rautjarvi_georef.tif`.
- Set the rest of parameters as shown below.
- Click *OK*.

The map contains several cross-hairs marking the coordinates in the map, we will use those to georeference this image. You can use the zooming and panning tools as you usually do in QGIS to inspect the image in the Georeferencer's window.

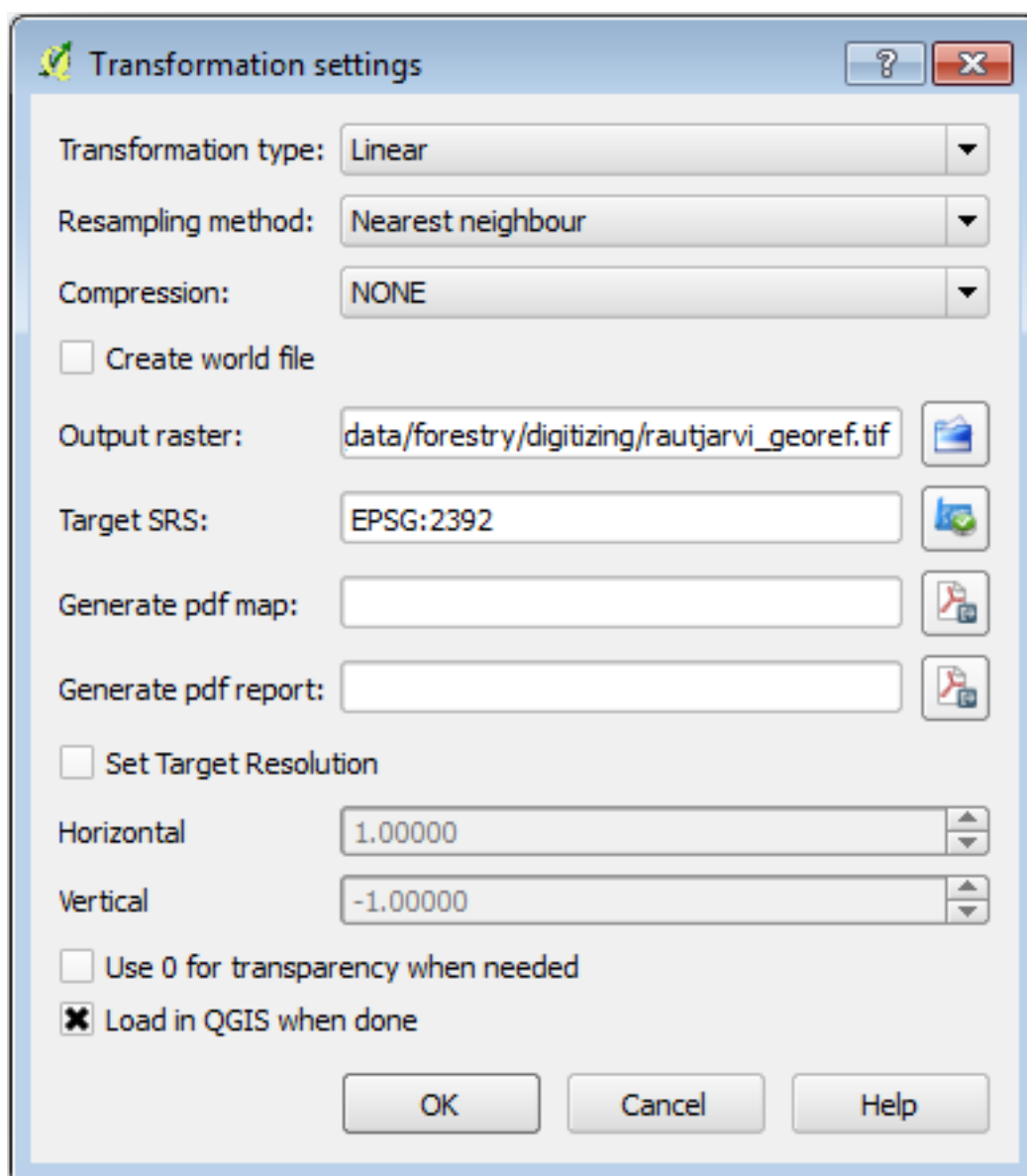
- Zoom in to the left lower corner of the map and note that there is a cross-hair with a coordinate pair, X and Y, that as mentioned before are in *KKJ / Finland zone 2* CRS. You will use this point as the first ground control point for the georeferencing your map.
- Select the *Add point* tool and click in the intersection of the cross-hairs (pan and zoom as needed).
- In the *Enter map coordinates* dialogue write the coordinates that appear in the map (X: 2557000 and Y: 6786000).
- Click *OK*.

The first coordinate for the georeferencing is now ready.

Look for other cross-hairs in the black lines image, they are separated 1000 meters from each other both in North and East direction. You should be able to calculate the coordinates of those points in relation to the first one.

Zoom out in the image and move to the right until you find other cross-hair, and estimate how many kilometres you have moved. Try to get ground control points as far from each other as possible. Digitize at least three more ground control points in the same way you did the first one. You should end up with something similar to this:

With already three digitized ground control points you will be able to see the georeferencing error as a red line coming out of the points. The error in pixels can be seen also in the *GCP table* in the *dX[pixels]* and *dY[pixels]* columns. The




The screenshot shows the Georeferencer window in QGIS. The main area displays a map with several red dots representing Ground Control Points (GCPs). Below the map is a table titled 'GCP table' with the following data:

| on/off                              | id | srcX    | srcY     | dstX       | <b>dstY</b> | dX[pixels] | dY[pixels] |
|-------------------------------------|----|---------|----------|------------|-------------|------------|------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 0  | 473.10  | -4352.93 | 2557000.00 | 6786000.00  | 7.65       | 4.95       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1  | 2838.78 | -3185.77 | 2559000.00 | 6787000.00  | 5.58       | -7.35      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2  | 2849.87 | -825.55  | 2559000.00 | 6789000.00  | -5.51      | -6.06      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3  | 488.49  | -811.03  | 2557000.00 | 6789000.00  | -7.73      | 8.45       |


At the bottom of the window, the status bar shows: Translation (2.55659e+06, 6.7922e+06) Scale (0.846165, 1.28642) Rotation: 0 Mea 3876,-5025

error in pixels should not be higher than 10 pixels, if it is you should review the points you have digitized and the coordinates you have entered to find what the problem is. You can use the image above as a guide.

Once you are happy with your control points, you can save them for later use:

- *File*  *Save GCP points as....*
- In the folder `exercise_data\forestry\digitizing`, name the file `rautjarvi_map.points`.

Finally, georeference you map:

- *File*  *Start georeferencing.*
- Note that you named the file already as `rautjarvi_georef.tif` when you edited the Georeferencer settings.

Now you can see the map in QGIS project as a georeferenced raster. Note that the raster seems to be slightly rotated, but that is simply because the data is `KKJ / Finland zone 2` and your project is in `ETRS89 / ETRS-TM35FIN`.

To check that your data is properly georeferenced you can open the aerial image in the `exercise_data\forestry` folder, named `rautjarvi_aerial.tif`. Your map and this image should match quite well. Set the map transparency to 50% and compare it to the aerial image.

Save the changes to your QGIS project, you will continue from this point for the next lesson.

### 14.2.3 In Conclusion

You have now georeferenced a paper map, making it possible to use it as a map layer in QGIS.

### 14.2.4 What's Next?

In the next lesson, you will digitize the forest stands in your map as polygons and add the inventory data to them.

## 14.3 Lesson: Digitizing Forest Stands

Unless you are going to use your georeferenced map as a simple background image, the next natural step is to digitize elements from it. You have already done so in the exercises about creating vector data in *Lesson: Creare un nuovo vettore dati*, when you digitized the school fields. In this lesson, you are going to digitize the forest stands' borders that appear in the map as green lines but instead of doing it using an aerial image, you will use your georeferenced map.

**The goal for this lesson:** Learn a technique to help the digitizing task, digitizing forest stands and finally adding the inventory data to them.

### 14.3.1 Follow Along: Extracting the Forest Stands Borders

Open your `map_digitizing.qgs` project in QGIS, that you saved from the previous lesson.

Once you have scanned and georeferenced your map you could start to digitize directly by looking at the image as a guide. That would most likely be the way to go if the image you are going to digitize from is, for example, an aerial photograph.

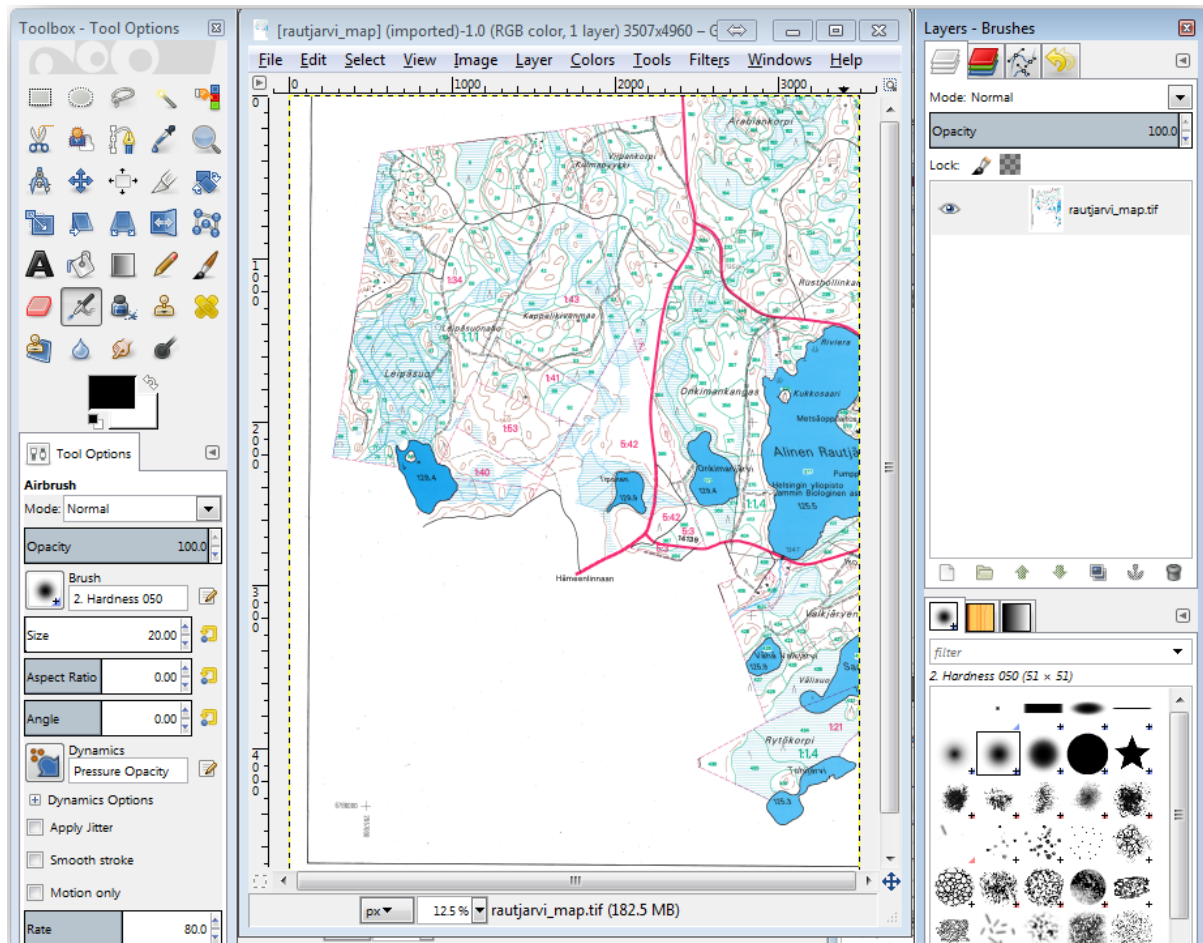
If what you are using to digitize is a good map, as it is in our case, it is likely that the information is clearly displayed as lines with different colors for each type of element. Those colors can be relatively easy extracted as individual images using an image processing software like [GIMP](#). Such separate images can be used to assist the digitizing, as you will see below.





The first step will be to use GIMP to obtain an image that contains only the forest stands, that is, all those greenish lines that you could see in the original scanned map:

- Open GIMP (if you don't have it installed yet, download it from the internet or ask your teacher).
- Open the original map image, *File* > *Open*, `rautjarvi_map.tif` in the `exercise_data/forestry` folder. Note that the forest stands are represented as green lines (with the number of the stand also in green inside each polygon).

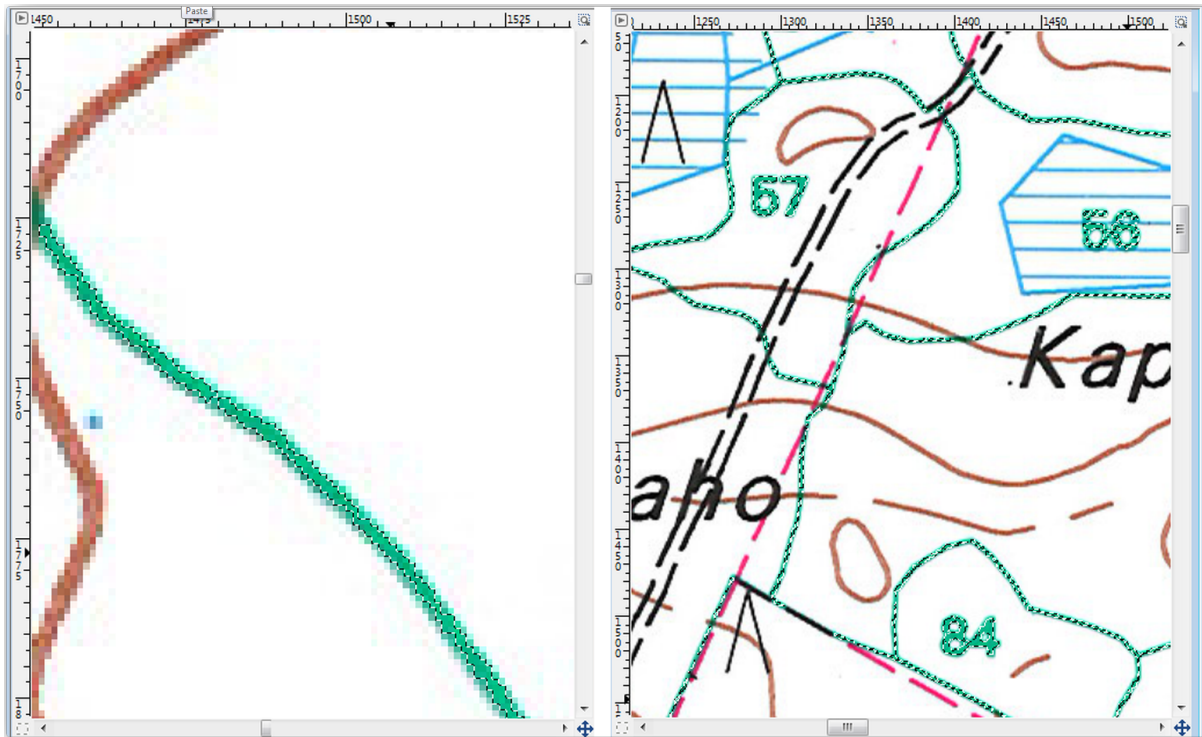


Now you can select the pixels in the image that are making up the forest stands' borders (the greenish pixels):

- Open the tool *Select* > *By color*.
- With the tool active, zoom into the image (*Ctrl + mouse wheel*) so that a forest stand line is close enough to differentiate the pixels forming the line. See the left image below.
- Click and drag the mouse cursor in the middle of the line so that the tool will collect several pixel color values.
- Release the mouse click and wait a few seconds. The pixels matching the colors collected by the tool will be selected through the whole image.
- Zoom out to see how the greenish pixels have been selected throughout the image.
- If you are not happy with the result, repeat the click and drag operation.
- Your pixel selection should look something like the right image below.

Once you are done with the selection you need to copy this selection as a new layer and then save it as separate image file:

- Copy (*Ctrl+C*) the selected pixels.
- And paste the pixels directly (*Ctrl+V*), GIMP will display the pasted pixels as a new temporary layer in the *Layers - Brushes* panel as a *Floating Selection (Pasted Layer)*.



- Right click that temporary layer and select *To New Layer*.
- Click the «eye» icon next to the original image layer to switch it off, so that only the *Pasted Layer* is visible:
- Finally, select *File* > *Export...*, set *Select File Type (By Extension)* as a *TIFF image*, select the digitizing folder and name it `rautjarvi_map_green.tif`. Select no compression when asked.

You could do the same process with other elements in the image, for example extracting the black lines that represent roads or the brown ones that represent the terrain” contour lines. But for us, the forest stands is enough.

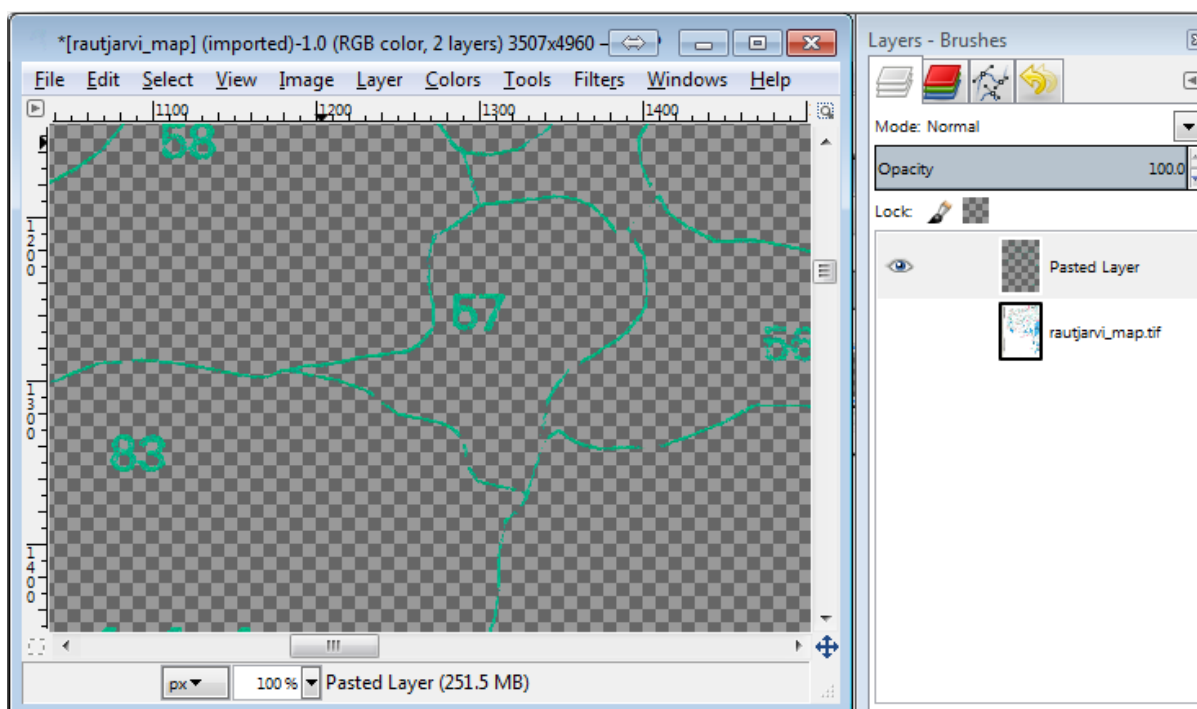
### 14.3.2 Try Yourself Georeference the Green Pixels Image

As you did in the previous lesson, you need to georeference this new image to be able to use it with the rest of your data.

Note that you don’t need to digitize the ground control points any more because this image is basically the same image as the original map image, as far as the Georeferencer tool is concerned. Here are some things you should remember:

- This image is also, of course, in *KKJ / Finland zone 2 CRS*.
- You should use the ground control points you saved, *File* > *Load GCP points*.
- Remember to review the *Transformation settings*.
- Name the output raster as `rautjarvi_green_georef.tif` in the digitizing folder.

Check that the new raster is fitting nicely with the original map.



### 14.3.3 Follow Along: Creating Supporting Points for Digitizing

Having in mind the digitizing tools in QGIS, you might already be thinking that it would be helpful to snap to those green pixels while digitizing. That is precisely what you are going to do next create points from those pixels to use them later to help you follow the forest stands” borders when digitizing, by using the snapping tools available in QGIS.

- Use the *Raster [Conversion](#) [Polygonize \(Raster to Vector\)](#)* tool to vectorize your green lines to polygons. If you don’t remember how, you can review it in *Lesson: Raster to Vector Conversion*.
- Save as `rautjarvi_green_polygon.shp` inside the digitizing folder.

Zoom in and see what the polygons look like. You will get something like this:

Next one option to get points out of those polygons is to get their centroids:

- Open *Vector [Geometry tools](#) [Polygon centroids](#)*.
- Set the polygon layer you just got as the input file for the tool.
- Name the output as `green_centroids.shp` inside the digitizing folder.
- Check *Add result to canvas*.
- Run the tool to calculate the centroids for the polygons.

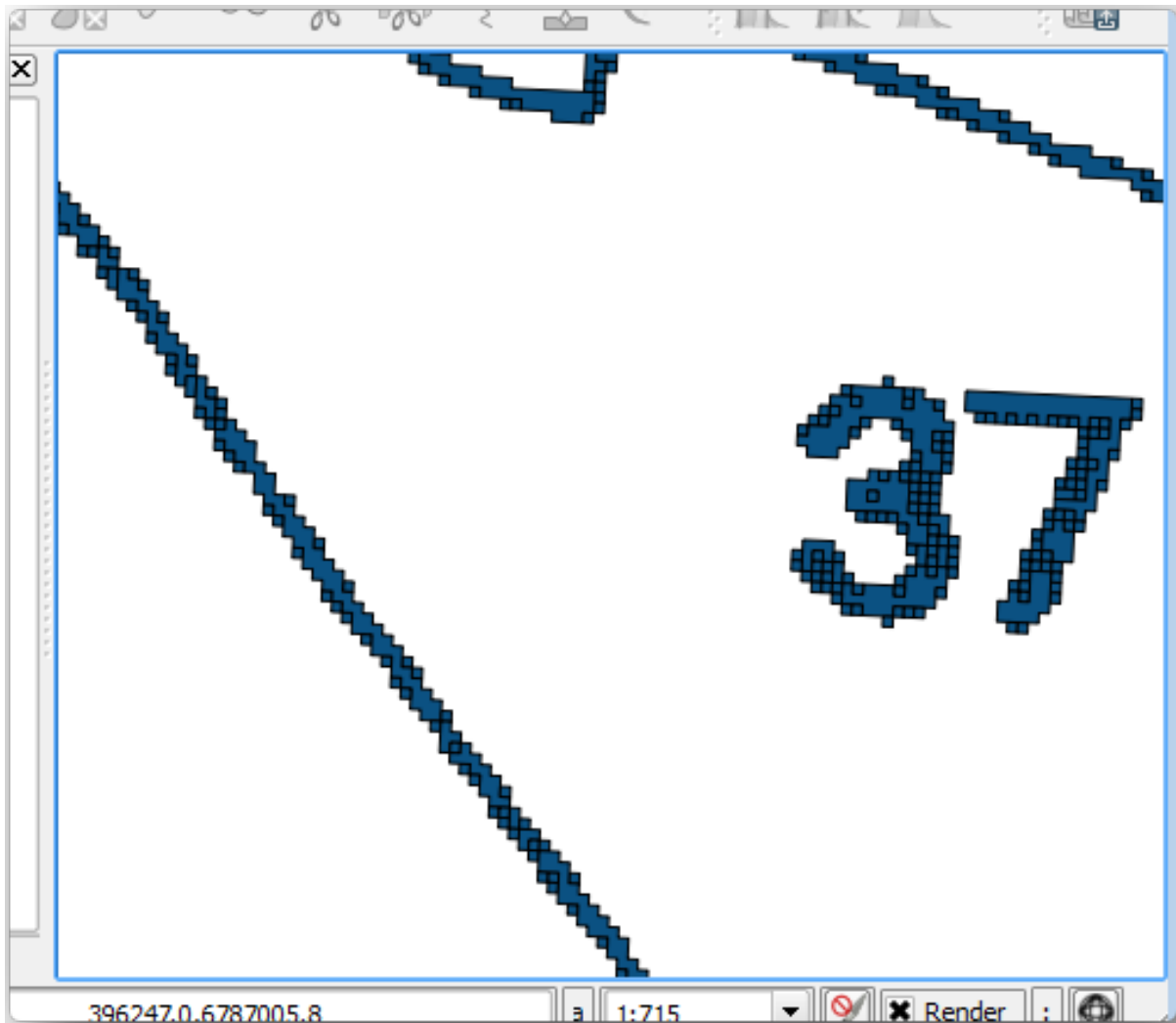
Now you can remove the `rautjarvi_green_polygon` layer from the TOC.

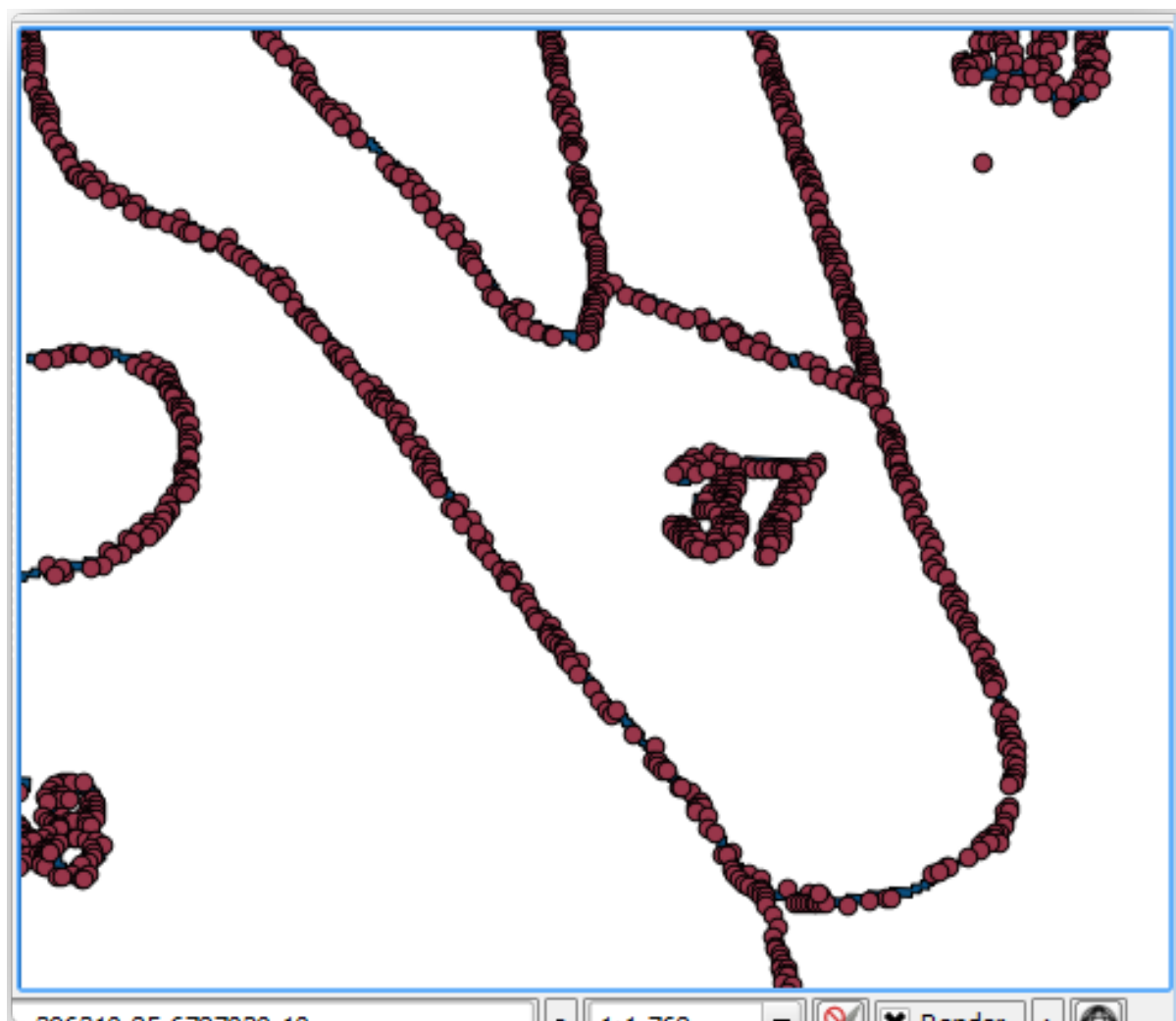
Change the symbology of the centroids layer as:

- Open the *Layer Properties* for `green_centroids`.
- Go to the *Symbology* tab.
- Set the *Unit* to Map unit.
- Set the *Size* to 1.

It is not necessary to differentiate points from each other, you just need them to be there for the snapping tools to use them. You can use those points now to follow the original lines much easily than without them.







### 14.3.4 Follow Along: Digitize the Forest Stands

Now you are ready to start with the actual digitizing work. You would start by creating a vector file of *polygon type*, but for this exercise, there is a shapefile with part of the area of interest already digitized. You will just finish digitizing the half of the forest stands that are left between the main roads (wide pink lines) and the lake:

- Go to the `digitizing` folder using your file manager browser.
- Drag and drop the `forest_stands.shp` vector file to your map.

Change the new layer's symbology so that it will be easier to see what polygons have already been digitized:

- The filling of the polygon to green.
- The polygons' borders to 1 mm.
- and set the transparency to 50%.

Now, if you remember past modules, we have to set up and activate the snapping options:

- Go to *Project* [?] *Snapping options...*
- Activate the snapping for the `green_centroids` and the `forest_stands` layers.
- Set their *Tolerance* to 5 map units.
- Check the *Avoid Int.* box for the `forest_stands` layer.
- Check *Enable topological editing*.
- Click *Apply*.

With these snapping settings, whenever you are digitizing and get close enough to one of the points in the centroids layer or any vertex of your digitized polygons, a pink cross will appear on the point that will be snapped to.

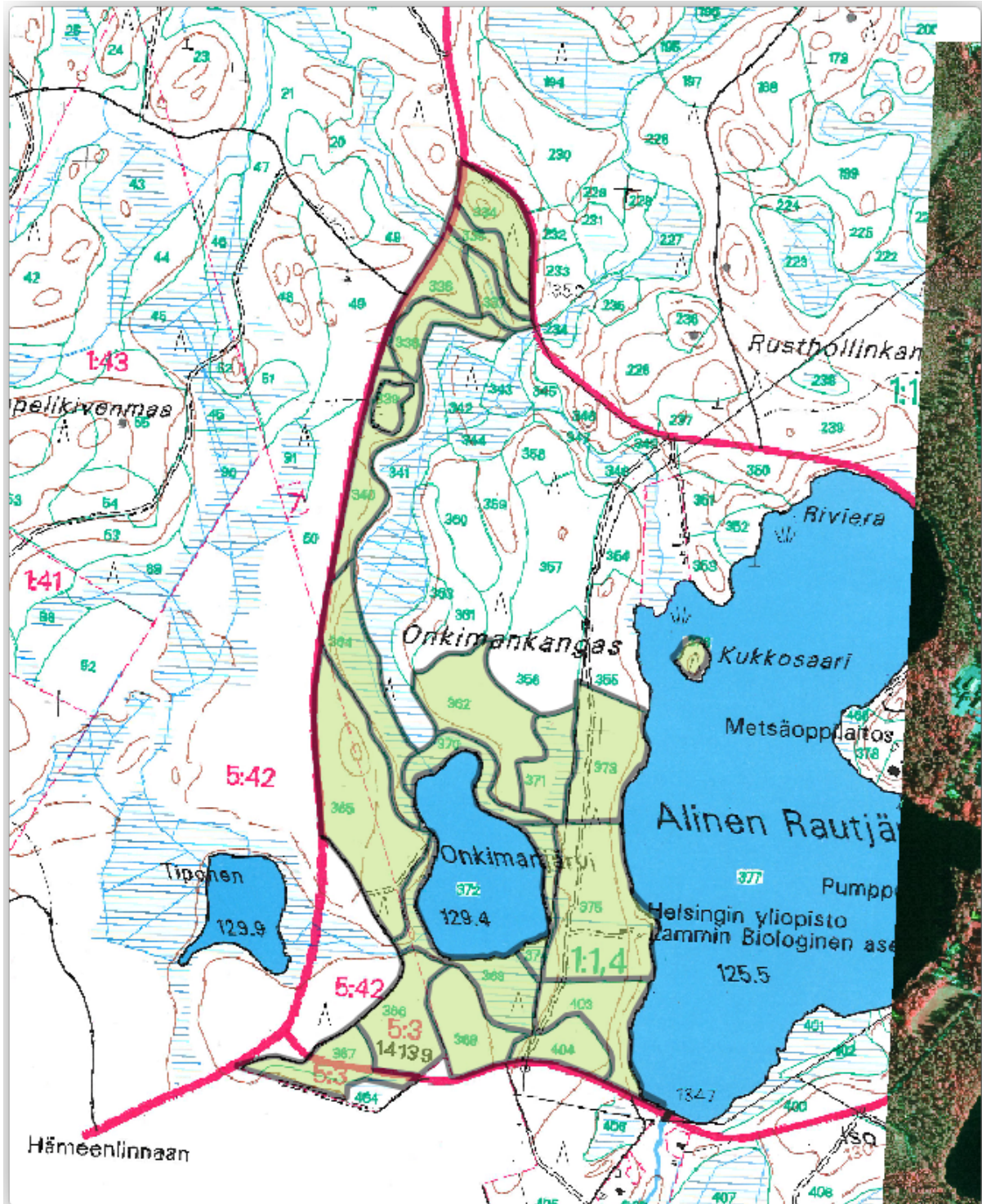
Finally, turn off the visibility of all the layers except `forest_stands` and `rautjarvi_georef`. Make sure that the map image has not transparency any more.

A couple of important things to note before you start digitizing:

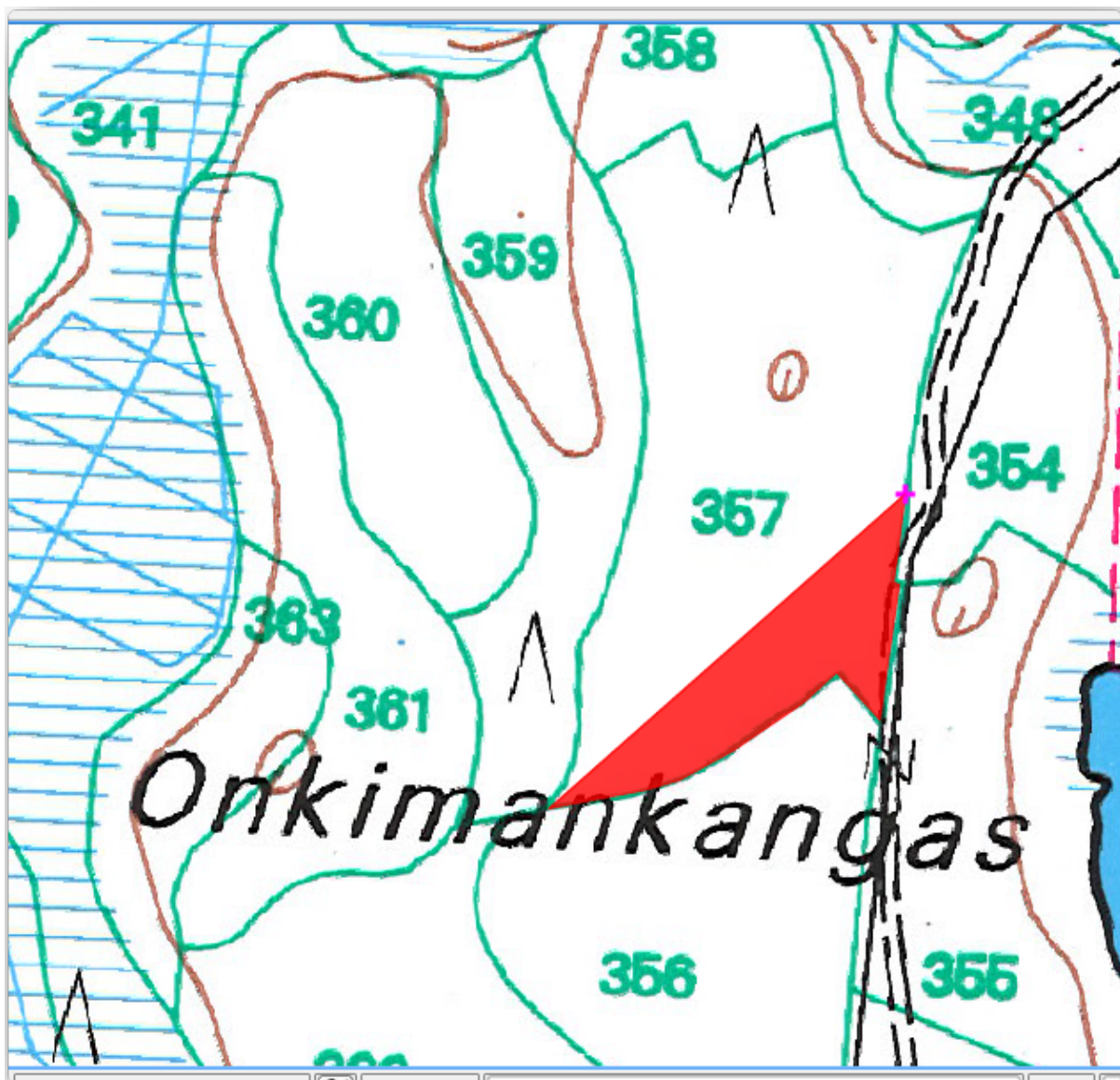
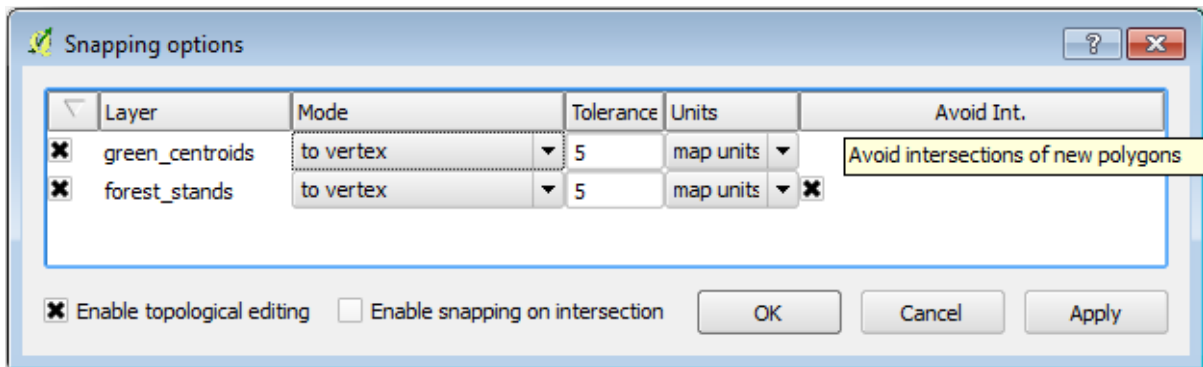
- Don't try to be too accurate with the digitizing of the borders.
- If a border is a straight line, digitize it with just two nodes. In general, digitize using as few nodes as possible.
- Zoom in to close ranges only if you feel that you need to be accurate, for example, at some corners or when you want a polygon to connect with another polygon at a certain node.
- Use the mouse's middle button to zoom in/out and to pan as you digitize.
- Digitize only one polygon at a time.
- After digitizing one polygon, write the forest stand id that you can see from the map.

Now you can start digitizing:

- Locate the forest stand number 357 in the map window.
- Enable editing for the `forest_stands.shp` layer.
- Select the *Add feature* tool.
- Start digitizing the stand 357 by connecting some of the dots.
- Note the pink crosses indicating the snapping.
- When you are done, right click to end digitizing that polygon.
- Enter the forest stand id (in this case 357).
- Click *OK*.

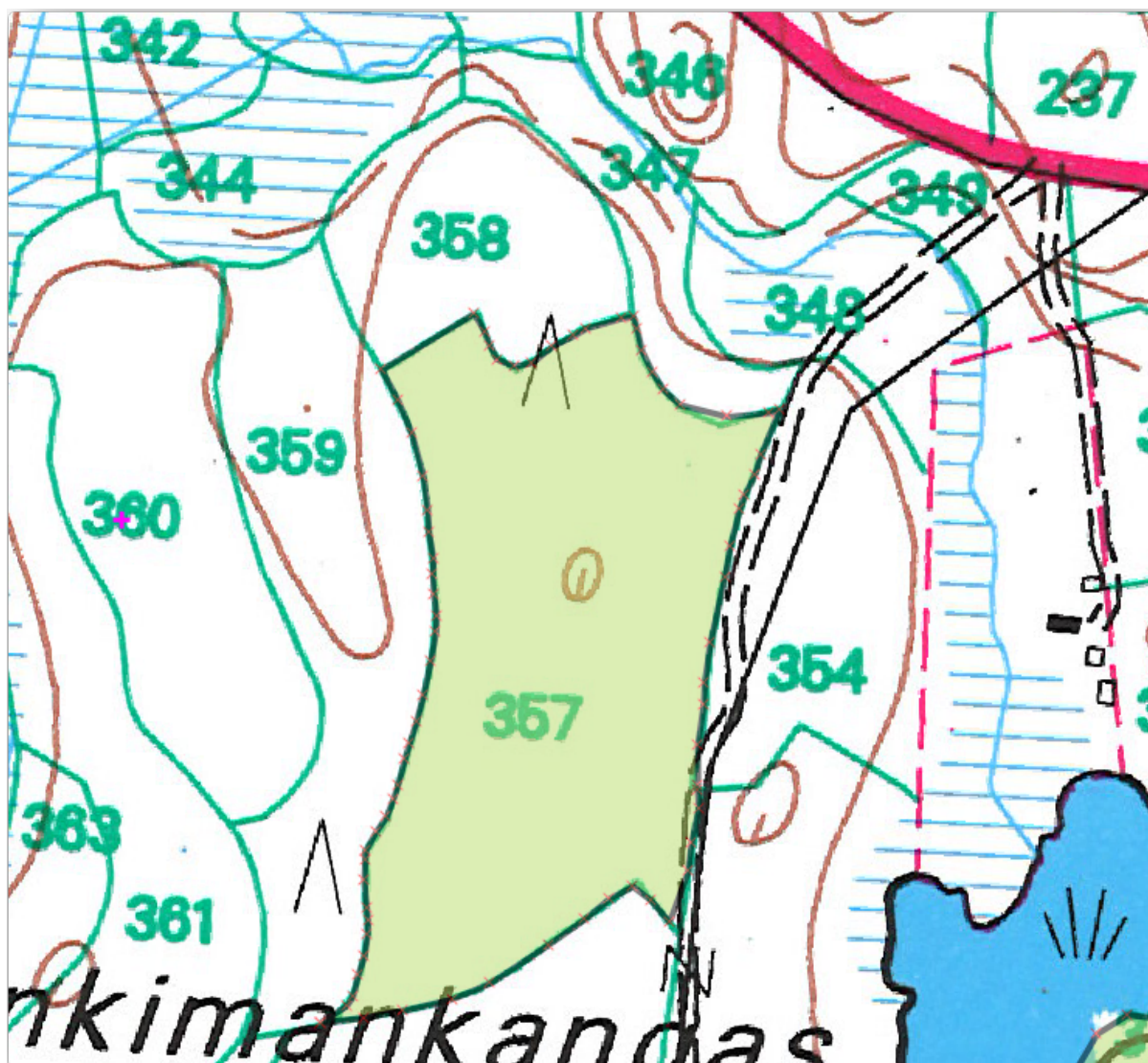






If you were not prompted for the polygon `id` when you finished digitizing it, go to *Settings* > *Options* > *Digitizing* and make sure that the *Suppress attribute form pop-up after feature creation* is not checked.

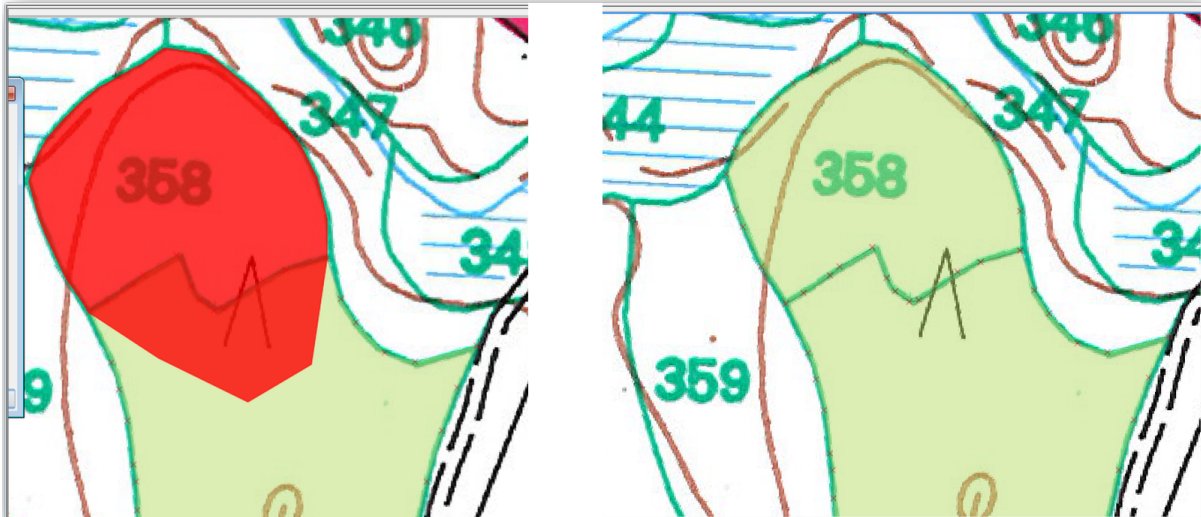
Your digitized polygon will look like this:



Now for the second polygon, pick up the stand number 358. Make sure that the *Avoid int.* is checked for the `forest_stands` layer. This option does not allow intersecting polygons at digitizing, so that if you digitize over an existing polygon, the new polygon will be trimmed to meet the border of the already existing polygons. You can use this characteristic to automatically obtain a common border.

- Begin digitizing the stand 358 at one of the common corners with the stand 357.
- Then continue normally until you get to the other common corner for both stands.
- Finally, digitize a few points inside polygon 357 making sure that the common border is not intersected. See left image below.
- Right click to finish editing the forest stand 358.
- Enter the `id` as 358.
- Click *OK*, your new polygon should show a common border with the stand 357 as you can see in the image on the right.

The part of the polygon that was overlapping the existing polygon has been automatically trimmed out and you are left with a common border, as you intended it to be.



### 14.3.5 Try Yourself Finish Digitizing the Forest Stands

Now you have two forest stands ready. And a good idea on how to proceed. Continue digitizing on your own until you have digitized all the forest stands that are limited by the main road and the lake.

It might look like a lot of work, but you will soon get used to digitizing the forest stands. It should take you about 15 minutes.

During the digitizing you might need to edit or delete nodes, split or merge polygons. You learned about the necessary tools in *Lesson: Elemento topologia*, now is probably a good moment to go read about them again.

Remember that having *Enable topological editing* activated, allows you to move nodes common to two polygons so that the common border is edited at the same time for both polygons.

Your result will look like this:

### 14.3.6 Follow Along: Joining the Forest Stand Data

It is possible that the forest inventory data you have for your map is also written in paper. In that case, you would have to first write that data to a text file or a spreadsheet. For this exercise, the information from the inventory for 1994 (the same inventory as the map) is ready as a comma separated text (csv) file.

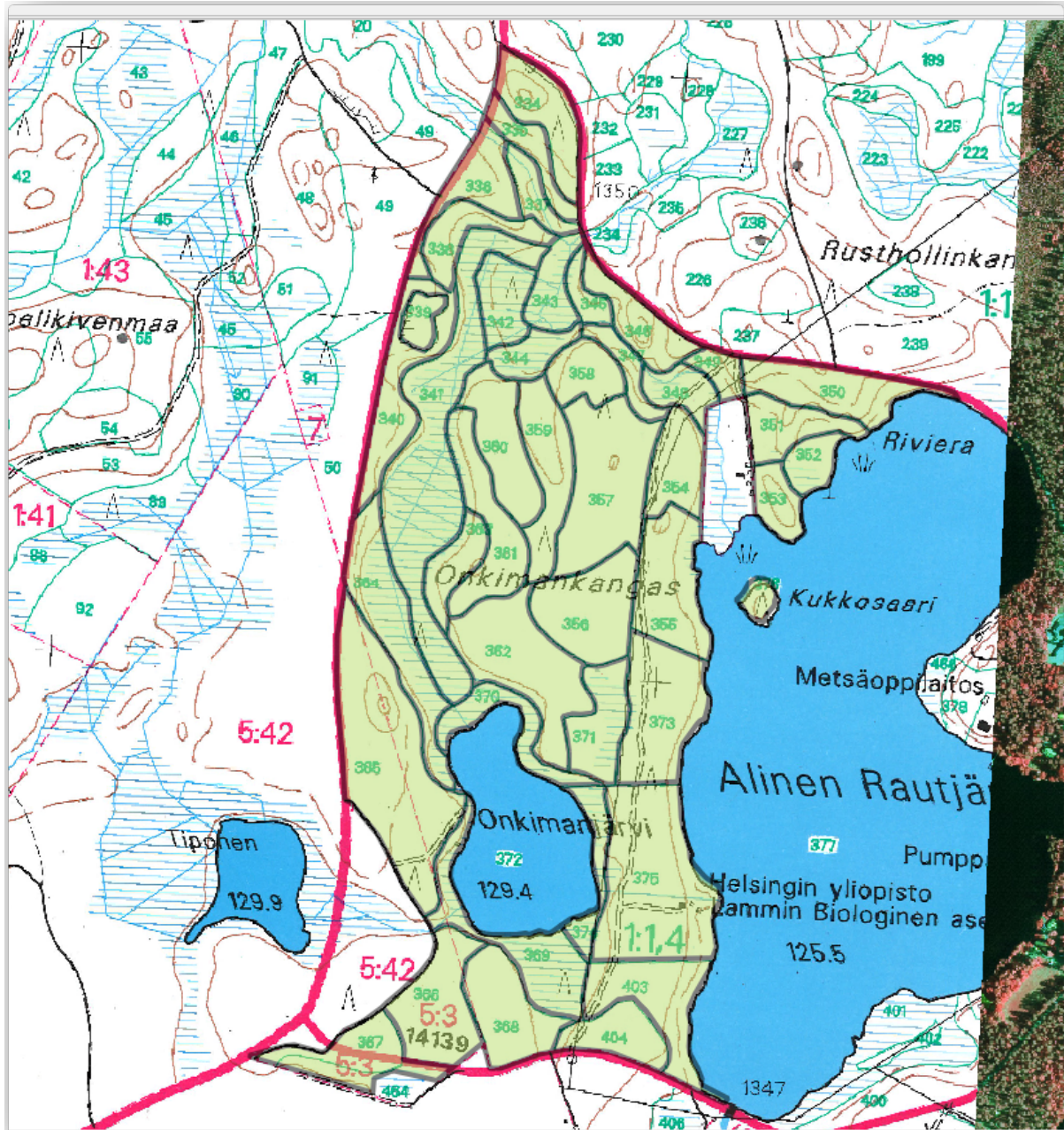
Open the `rautjarvi_1994.csv` file from the `exercise_data\forestry` directory in a text editor and note that the inventory data file has an attribute called `ID` that has the numbers of the forest stands. Those numbers are the same as the forest stands ids you have entered for your polygons and can be used to link the data from the text file to your vector file. You can see the metadata for this inventory data in the file `rautjarvi_1994_legend.txt` in the same folder.

- Open the `.csv` in QGIS with the *Layer  Add Delimited Text Layer...* tool. In the dialog, set it as follows:

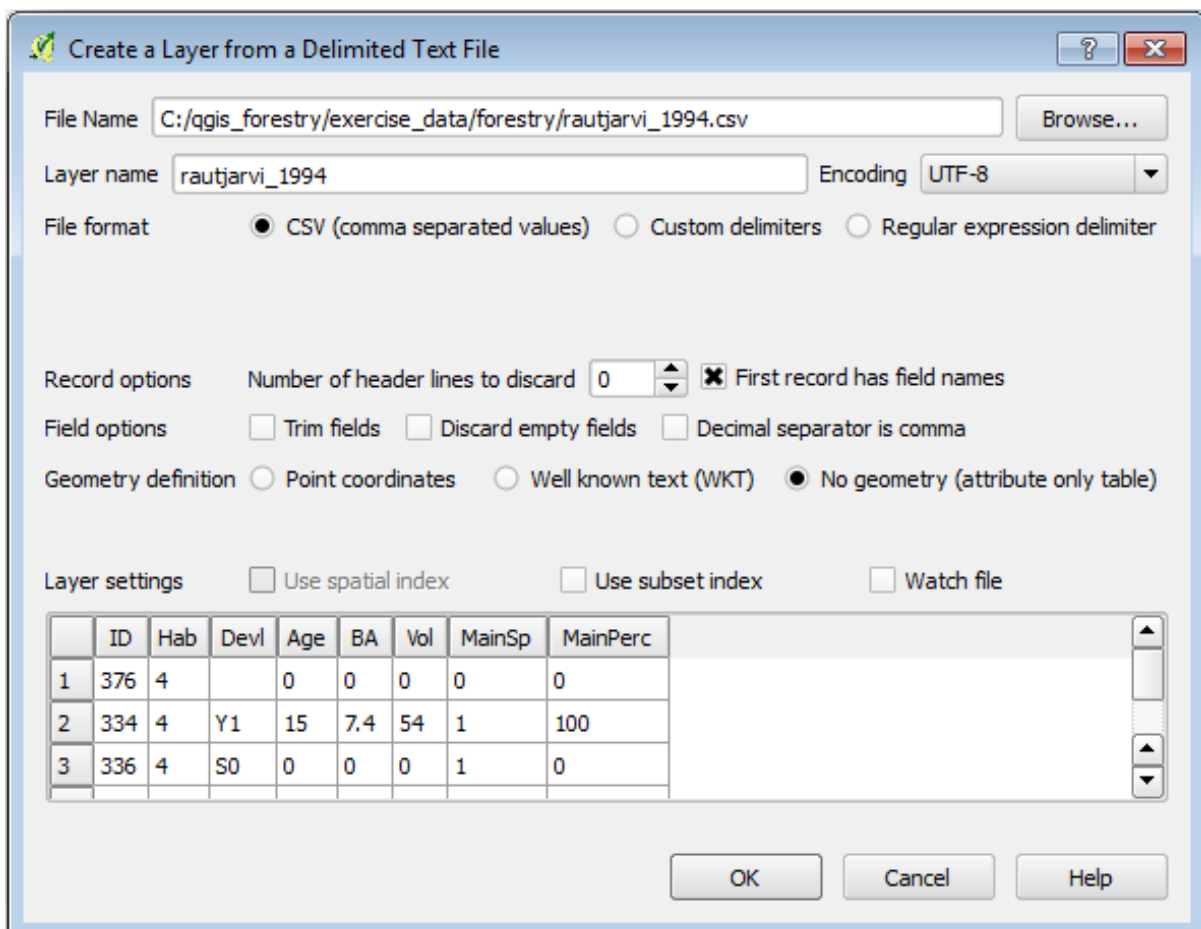
To add the data from the `.csv` file:

- Open the Layer Properties for the `forest_stands` layer.
- Go to the *Joins* tab.
- Click the plus sign on the bottom of the dialog box.
- Select `rautjarvi_1994.csv` as the *Join layer* and `ID` as the *Join field*.
- Make sure that the *Target field* is also set to `id`.
- Click *OK* two times.











The data from the text file should be now linked to your vector file. To see what has happened, open the attribute table for the `forest_stands` layer. You can see that all the attributes from the inventory data file are now linked to your digitized vector layer.

### 14.3.7 Try Yourself Renaming Attribute Names and Adding Area and Perimeter

The data from the `.csv` file is just linked to your vector file. To make this link permanent, so that the data is actually recorded to the vector file you need to save the `forest_stands` layer as a new vector file. Close the attribute table and right click the `forest_stands` layer to save it as `forest_stands_1994.shp`.

Open your new `forest_stands_1994.shp` in your map if you did not added yet. Then open the attribute table. You notice that the names of the columns that you just added are no very useful. To solve this:

- Add the plugin *Table Manager* as you have done with other plugins before.
- Make sure the plugin is activated.
- In the TOC select the layer `forest_stands_1994.shp`.
- Then, go to *Vector*  *Table Manager*  *Table manager*.
- Use the dialogue box to edit the names of the columns to match the ones in the `.csv` file.
- Click on *Save*.
- Select *Yes* to keep the layer style.
- Close the *Table Manager* dialogue.

To finish gathering the information related to these forest stands, you might calculate the area and the perimeter of the stands. You calculated areas for polygons in *Lesson: Supplementary Exercise*. Go back to that lesson if you need to and calculate the areas for the forest stands, name the new attribute `Area` and make sure that the values calculated are in hectares.

Now your `forest_stands_1994.shp` layer is ready and packed with all the available information.

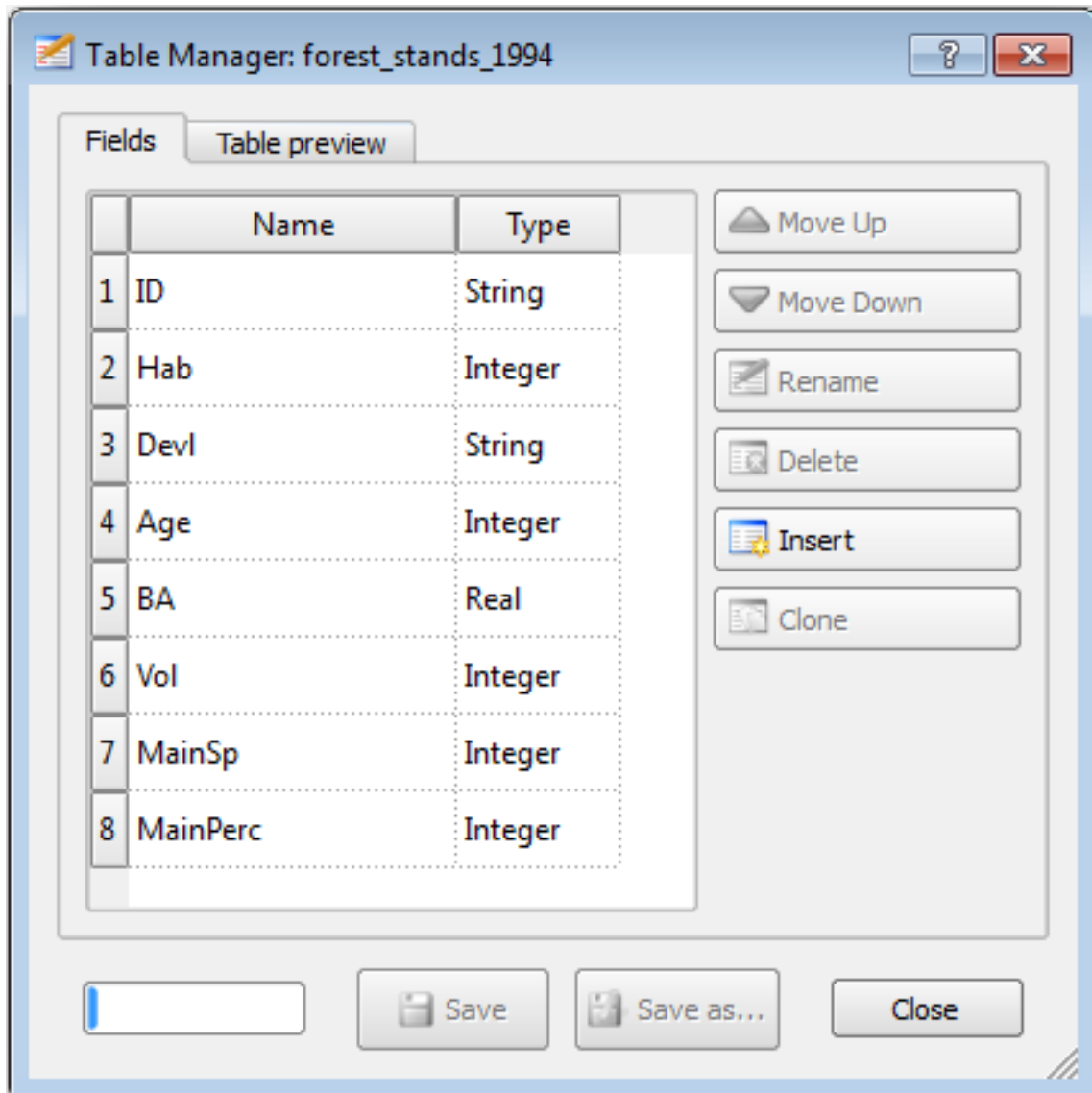
Save your project to keep the current map presentation in case you need to come back later to it.

### 14.3.8 In Conclusion

It has taken a few clicks of the mouse but you now have your old inventory data in digital format and ready for use in QGIS.

### 14.3.9 What's Next?

You could start doing different analysis with your brand new dataset, but you might be more interested in performing analysis in a dataset more up to date. The topic of the next lesson will be the creation of forest stands using current aerial photos and the addition of some relevant information to your dataset.



## 14.4 Lesson: Updating Forest Stands

Now that you have digitized the information from the old inventory maps and added the corresponding information to the forest stands, the next step would be to create the inventory of the current state of the forest.

You will digitize new forest stands from scratch following an aerial photo from that forest area. The forestry map you digitized in the previous lesson was created from an aerial Color Infrared (CIR) photograph. This type of imagery, where the infrared light is recorded instead of the blue light, are widely used to study vegetated areas. You will also use a CIR photograph in this lesson.

After digitizing the forest stands, you will add information such as new constraints given by conservation regulations.

**The goal for this lesson:** To digitize a new set of forest stands from CIR aerial photographs and add information from other data-sets.

### 14.4.1 Comparing the Old Forest Stands to Current Aerial Photographs

The National Land Survey of Finland has an open data policy that allows you downloading a variety of geographical data like aerial imagery, traditional topographic maps, DEM, LiDAR data, etc. The service can be accessed also in English [here](#). The aerial image used in this exercise has been created from two orthorectified CIR images downloaded from that service (M4134F\_21062012 and M4143E\_21062012).

- Open QGIS and set the project's CRS to *ETRS89 / ETRS-TM35FIN* in *Project > Properties... > CRS*.
- From the `exercise_data\forestry\` folder, add the CIR image `rautjarvi_aerial.tif` that is containing the digitized lakes.
- Then save the QGIS project as `digitizing_2012.qgs`.

The CIR images are from 2012. You can compare the stands that were created in 1994 with the situation almost 20 years later.

- Add your `forest_stands_1994.shp` layer.
- Set its styling so that you can see through your polygons.
- Review how the old forest stands follow (or not) what you might visually interpret as an homogeneous forest.

Zoom and pan around the area. You probably will notice that some of the old forest stands might be still corresponding with the image but others are not.

This is a normal situation, as some 20 years have passed by and different forest operations have been done (harvesting, thinning...). It is also possible that the forest stands looked homogeneous back in 1992 to the person who digitized them but as time has passed some forest has developed in different ways. Or simply the priorities for the forest inventory were different that they are today.

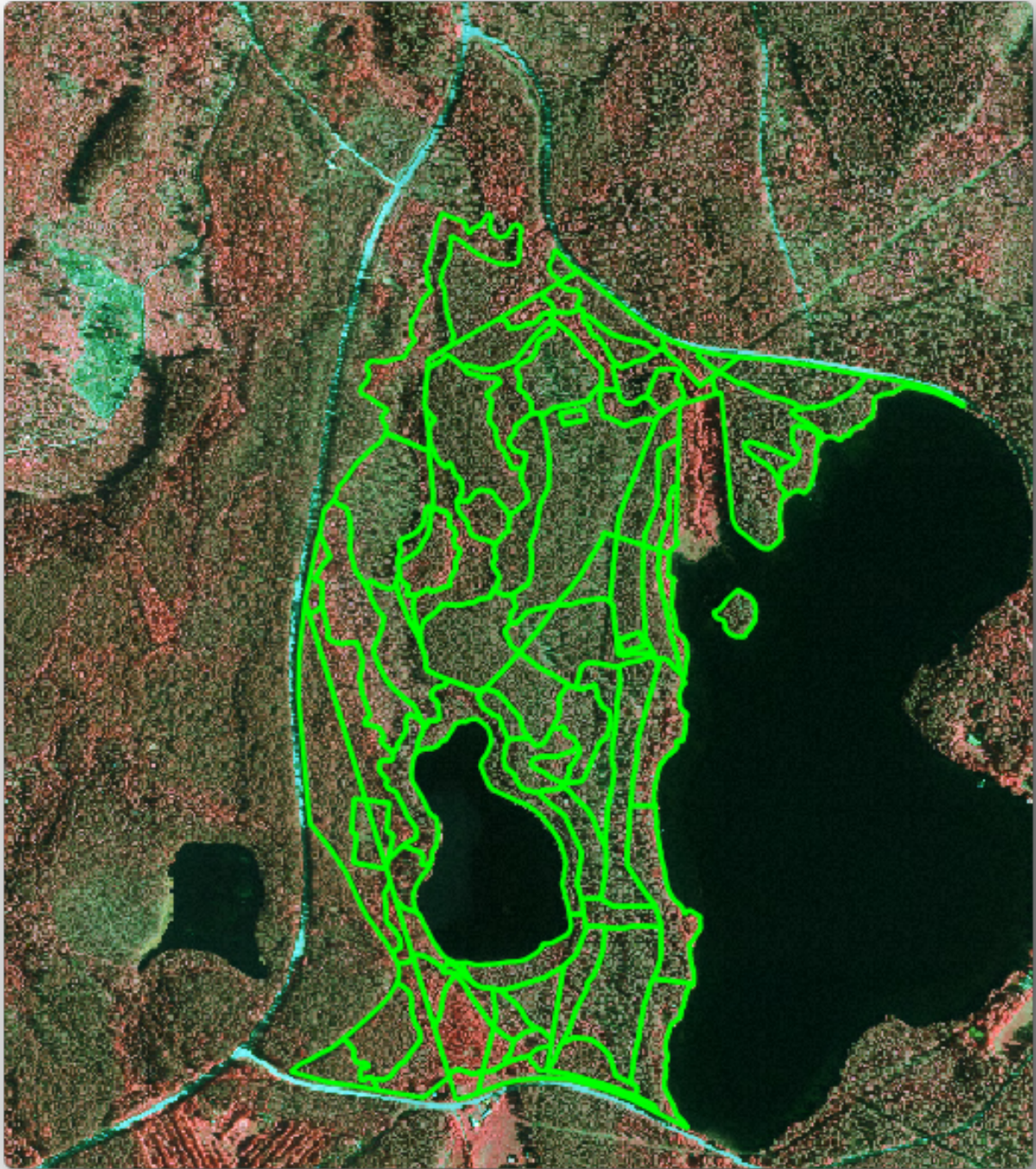
Next, you will create new forest stands for this image without using the old ones. Later you can compare them to see the differences.

### 14.4.2 Interpreting the CIR Image

Let's digitize the same area that was covered by the old inventory, limited by the roads and the lake. You don't have to digitize the whole area, as in the previous exercise you can start with a vector file that already contains most of the forest stands.

- Remove the `forest_stands_1994.shp` layer.
- Add the `forest_stands_2012.shp` layer, located in the `exercise_data\forestry\` folder.
- Set the styling of this layer so that the polygons have no fill and the borders are visible.





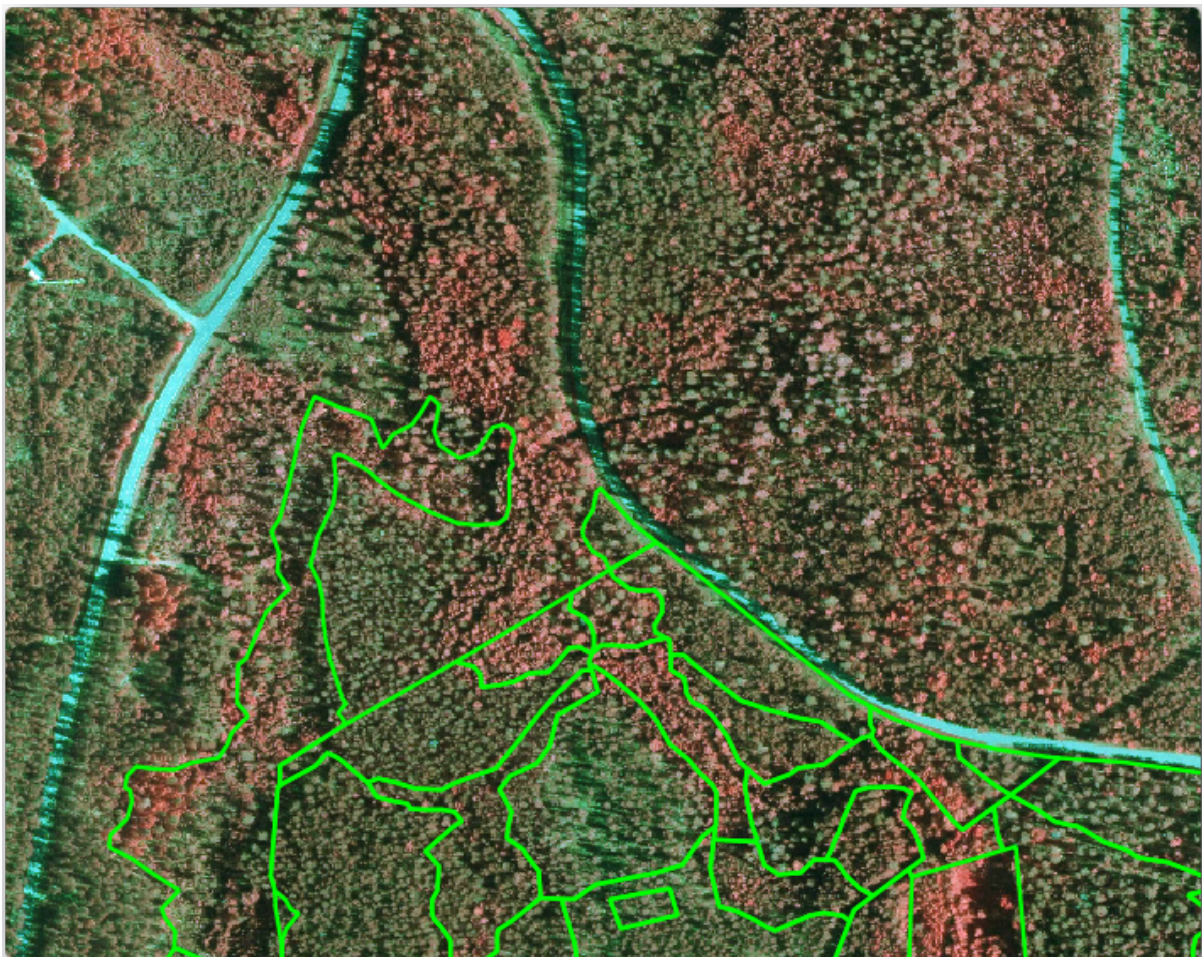


You can see that a region to the North of the inventory area is still missing. That will be your task, digitizing the missing forest stands.

But before you start, spend some time reviewing the forest stands already digitized and the corresponding forest in the image. Try to get an idea about how the stands borders are decided, it helps if you have some forestry knowledge.

Some ideas about what you could identify from the images:

- What forests are deciduous species (in Finland mostly birch forests) and which ones are conifers (in this region pine or spruce). In CIR images, deciduous species will often come as bright red color whereas conifers present dark green colors.
- When a forest stand age changes, by looking at the sizes of the tree crowns that can be identified in the imagery.
- The different forest stands' densities, for example forest stand where a thinning operation has recently been done would clearly show spaces between the tree crowns and should be easy to differentiate from other forest stands around it.
- Blueish areas indicate barren terrain, roads and urban areas, crops that have not started to grow etc.
- Don't use zooms too close to the image when trying to identify forest stands. A scale between 1:3 000 and 1: 5 000 should be enough for this imagery. See the image below (1:4000 scale):

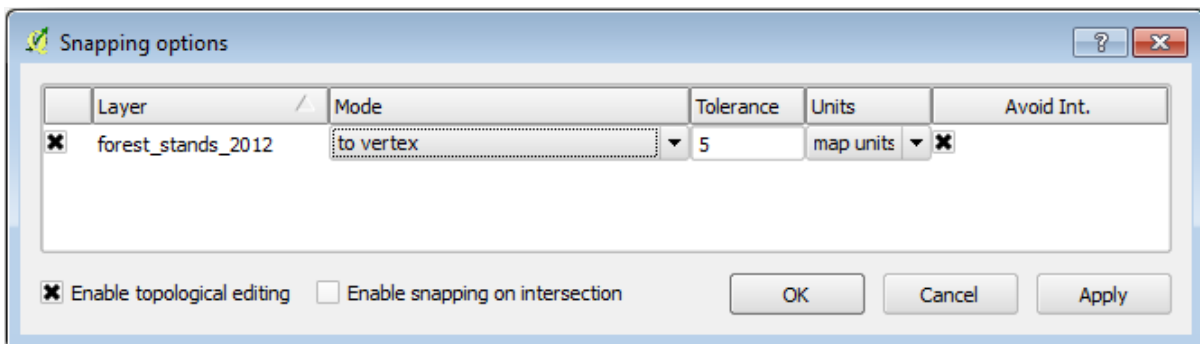


### 14.4.3 Try Yourself Digitizing Forest Stands from CIR Imagery

When digitizing the forest stands, you should try to get forest areas that are as homogeneous as possible in terms of tree species, forest age, stand density... Don't be too detailed though, or you will end up making hundreds of small forest stands that would not be useful at all. You should try to get stands that are meaningful in the context of forestry, not too small (at least 0.5 ha) but not too big either (no more than 3 ha).

With this indications in mind, you can now digitize the missing forest stands.

- Enable editing for `forest_stands_2012.shp`.
- Set up the snapping and topology options as in the image.
- Remember to click *Apply* or *OK*.



Start digitizing as you did in the previous lesson, with the only difference that you don't have any point layer that you are snapping to. For this area you should get around 14 new forest stands. While digitizing, fill in the `Stand_id` field with numbers starting at 901.

When you are finished your layer should look something like:

Now you have a new set of polygons defining the different forest stands for the current situation as can interpreted from the CIR images. But you are obviously still missing the forest inventory data, right? For that you will still need to visit the forest and get some sample data that you will use to estimate the forest attributes for each of the forest stands. You will see how to do that in the next lesson.

For the moment, you still can improve your vector layer with some extra information that you have about conservation regulation that should be taken into account for this area.

### 14.4.4 Follow Along: Updating Forest Stands with Conservation Information

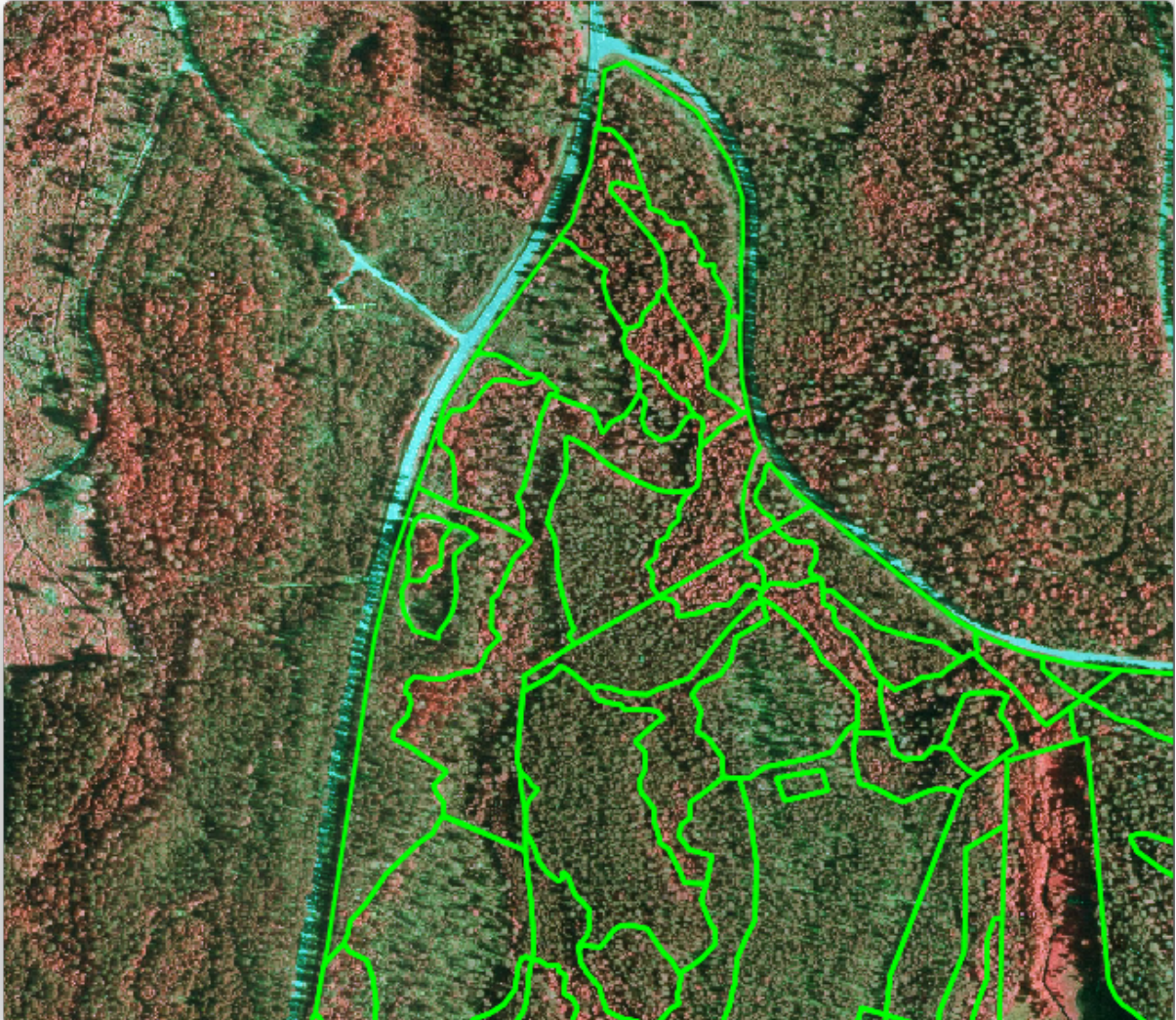
For the area you are working with, it has been researched that the following conservation regulations must be taken into account while doing the forest planning:

- Two locations of a protected species of Siberian flying squirrel (*Pteromys volans*) have been identified. According to the regulation, an area of 15 meters around the spots must be left untouched.
- A riparian forest of special interest growing along a stream in the area must be protected. In a visit to the field, it was found that 20 meters to both sides of the stream must be protected.

You have one vector file containing the information about the squirrel locations and another containing the digitized stream running in the North area towards the lake. From the `exercise_data\forestry\` folder, add the vector files `squirrel.shp` and `stream.shp`.

For the protection of the squirrels locations, you are going to add a new attribute (column) to your new forest stands that will contain information about point locations that have to be protected. That information will later be available whenever a forest operation is planned, and the field team will be able to mark the area that has to be left untouched before the work starts.



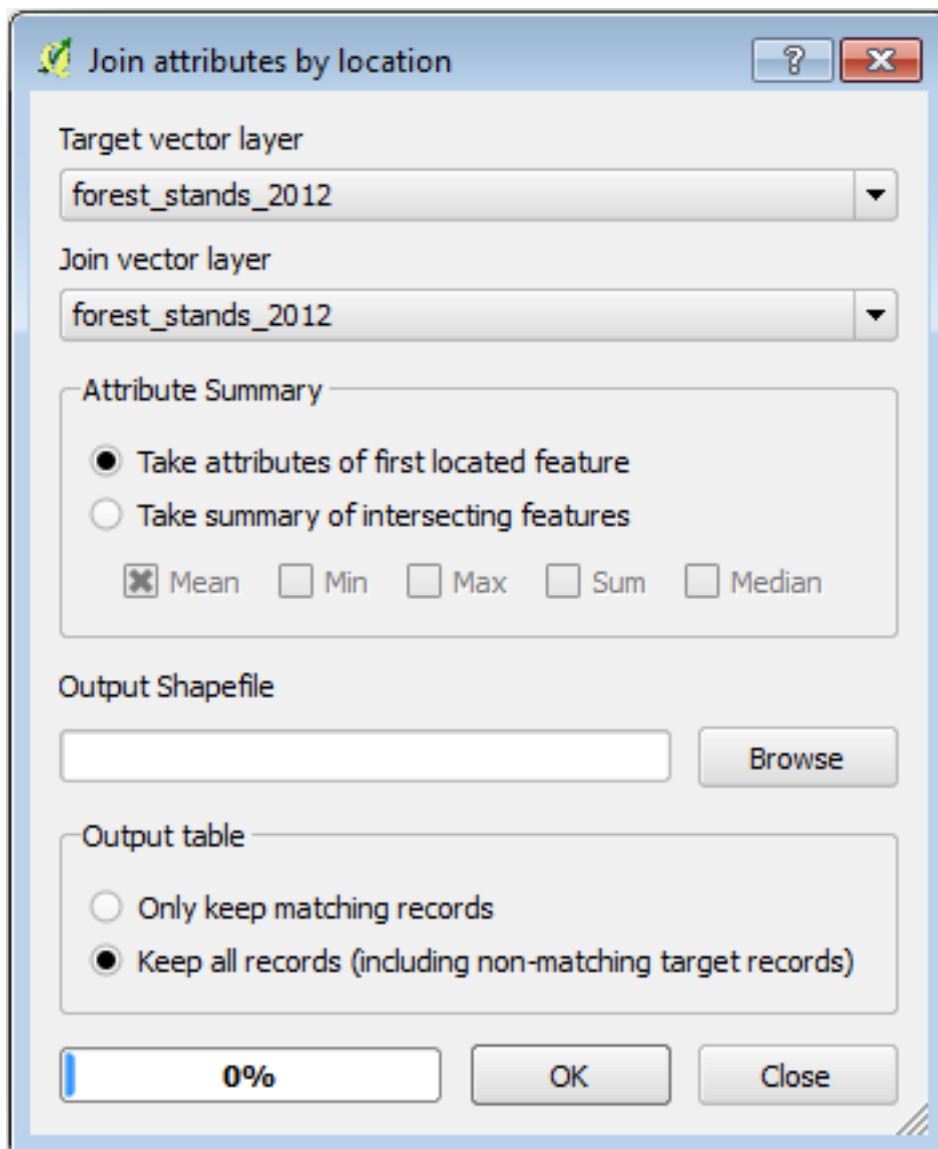




- Open the attribute table for the `squirrel` layer.
- You can see that there are two locations that are defined as Siberian flying squirrel, and that the area to be protected is indicated by a distance of 15 meters from the locations.

To join the information about the squirrels to your forest stands, you can use the *Join attributes by location*:

- Open *Vector ▸ Data Management Tools ▸ Join attributes by location*.
- Set the `forest_stands_2012.shp` layer as the *Target vector layer*.
- As *Join vector layer* select the `squirrel.shp` point layer.
- Name the output file as `stands_squirrel.shp`.
- In *Output table* select *Keep all records (including non-matching target records)*. So that you keep all the forest stands in the layer instead of only keeping those that are spatially related to the squirrel locations.
- Click *OK*.
- Select *Yes* when prompted to add the layer to the TOC.
- Close the dialogue box.



Now you have a new forest stands layer, `stands_squirrel` where there are new attributes corresponding to the protection information related to the Siberian flying squirrel.

Open the table of the new layer and order it so that the forest stands with information for the *Protection* attribute are on top. You should have now two forest stands where the squirrel has been located:

|    | Stand_id | id_pr | Protection  | Distance |
|----|----------|-------|-------------|----------|
| 83 | 78       | 2     | liito-orava | 15       |
| 22 | 26       | 1     | liito orava | 15       |
| 0  | 1        | NULL  | NULL        | NULL     |
| 1  | 33       | NULL  | NULL        | NULL     |
| 2  | 32       | NULL  | NULL        | NULL     |

Although this information might be enough, look at what areas related to the squirrels should be protected. You know that you have to leave a buffer of 15 meters around the squirrels location:

- Open *Vector* > *Geoprocessing Tools* > *Buffer*.
- Make a buffer of 15 meters for the `squirrel` layer.
- Name the result `squirrel_15m.shp`.

You will notice that if you zoom in to the location in the Northern part of the area, the buffer area extends to the neighbouring stand as well. This means that whenever a forest operation would take place in that stand, the protected location should also be taken into account.

From your previous analysis, you did not get that stand to register information about the protection status. To solve this problem:

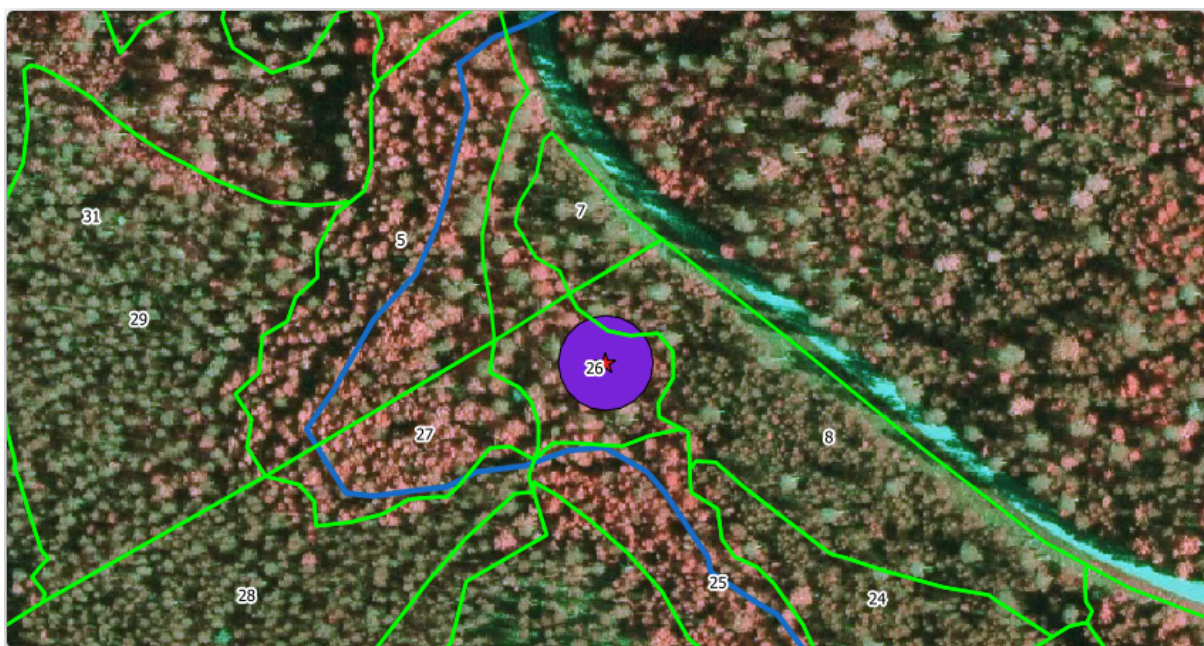
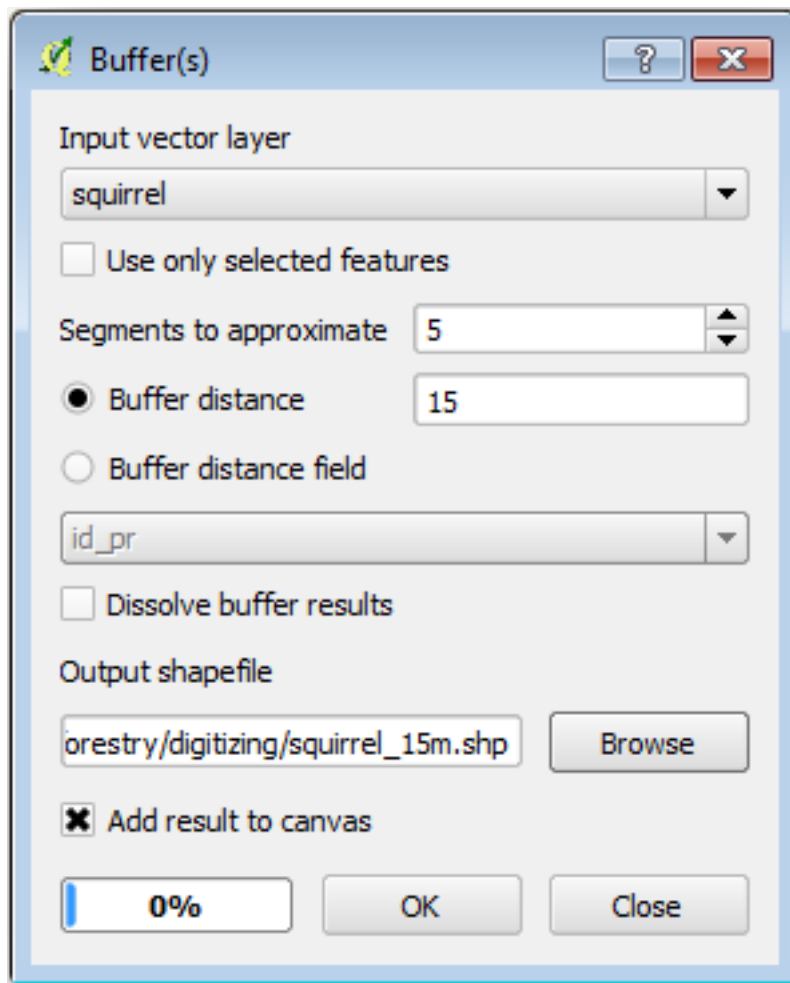
- Run the *Join attributes by location* tool again.
- But this time use the `squirrel_15m` layer as join layer.
- Name the output file as `stands_squirrel_15m.shp`.

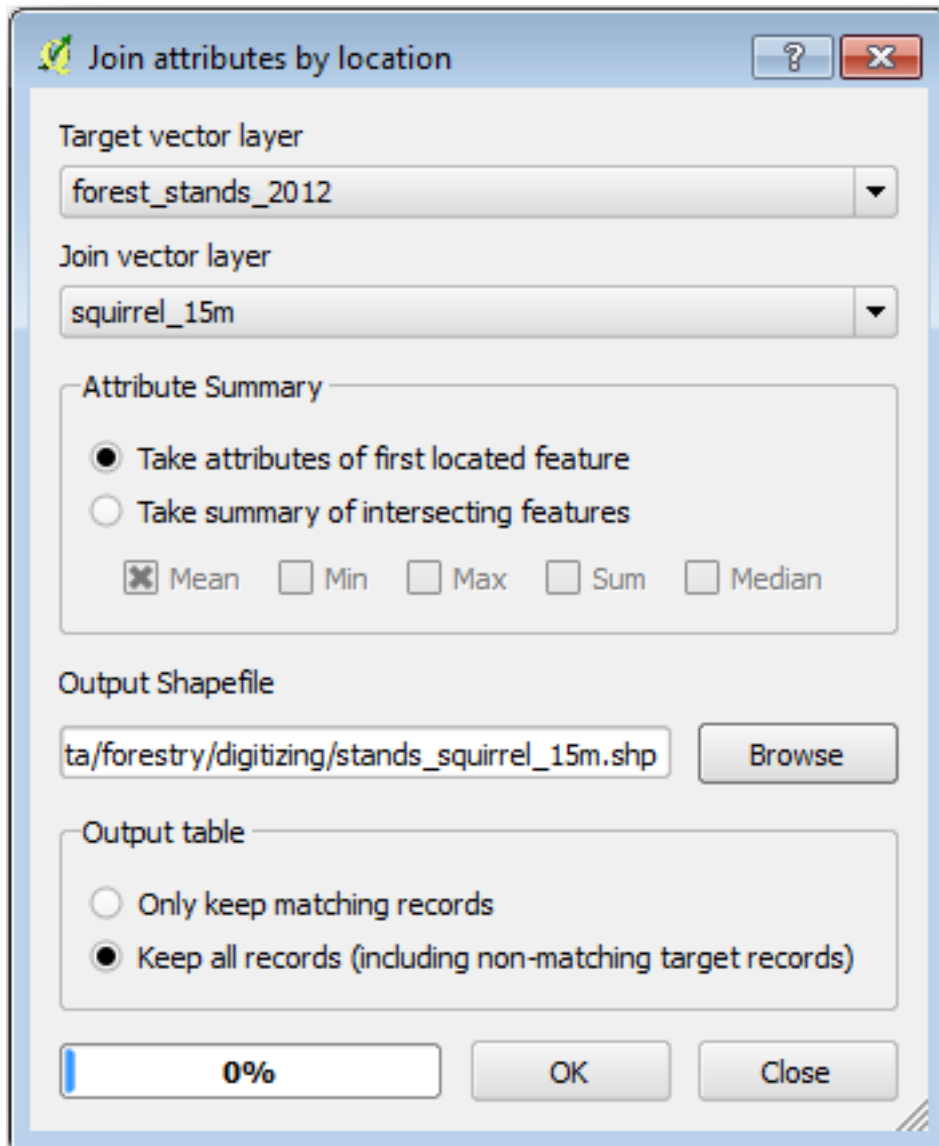
Open the attribute table for the this new layer and note that now you have three forest stands that have the information about the protection locations. The information in the forest stands data will indicate to the forest manager that there are protection considerations to be taken into account. Then he or she can get the location from the `squirrel` dataset, and visit the area to mark the corresponding buffer around the location so that the operators in the field can avoid disturbing the squirrels environment.

#### 14.4.5 Try Yourself Updating Forest Stands with Distance to the Stream

Following the same approach as indicated for the protected squirrel locations you can now update your forest stands with protection information related to the stream identified in the field:

- Remember that the buffer in this case is 20 meters around it.
- You want to have all the protection information in the same vector file, so use the `stands_squirrel_15m` layer as the target.
- Name your output as `forest_stands_2012_protect.shp`.





Open the attributes table for the new vector layer and confirm that you now have all the protection information for the stands that are affected by the protection measures to protect the riparian forest associated with the stream.

Save your QGIS project.

### 14.4.6 In Conclusion

You have seen how to interpret CIR images to digitize forest stands. Of course it would take some practice to make more accurate stands and usually using other information like soil maps would give better results, but you know now the basis for this type of task. And adding information from other datasets resulted to be quite a trivial task.

### 14.4.7 What's Next?

The forest stands you digitized will be used for planning forestry operations in the future, but you still need to get more information about the forest. In the next lesson, you will see how to plan a set of sampling plots to inventory the forest area you just digitized, and get the overall estimate of forest parameters.

## 14.5 Lesson: Systematic Sampling Design

You have already digitized a set of polygons that represent the forest stands, but you don't have information about the forest just yet. For that purpose you can design a survey to inventory the whole forest area and then estimate its parameters. In this lesson you will create a systematic set of sampling plots.

When you start planning your forest inventory it is important to clearly define the objectives, the types of sample plots that will be used, and the data that will be collected to achieve the objectives. For each individual case, those will depend on the type of forest and the management purpose; and should be carefully planned by someone with forestry knowledge. In this lesson, you will implement a theoretical inventory based on a systematic sampling plot design.

**The goal for this lesson:** To create a systematic sampling plot design to survey the forest area.

### 14.5.1 Inventorying the Forest

There are several methods to inventory forests, each of them suiting different purposes and conditions. For example, one very accurate way to inventory a forest (if you consider only tree species) would be to visit the forest and make a list of every tree and their characteristics. As you can imagine this is not commonly applicable except for some small areas or some special situations.

The most common way to find out about a forest is by sampling it, that is, taking measurements in different locations at the forest and generalizing that information to the whole forest. These measurements are often made in *sample plots* that are smaller forest areas that can be easily measured. The sample plots can be of any size (for ex. 50 m<sup>2</sup>, 0.5 ha) and form (for ex. circular, rectangular, variable size), and can be located in the forest in different ways (for ex. randomly, systematically, along lines). The size, form and location of the sample plots are usually decided following statistical, economical and practical considerations. If you have no forestry knowledge, you might be interested in reading [this Wikipedia article](#).



## 14.5.2 Follow Along: Implementing a Systematic Sampling Plot Design

For the forest you are working with, the manager has decided that a systematic sampling design is the most appropriate for this forest and has decided that a fixed distance of 80 meters between the sample plots and sampling lines will yield reliable results (for this case, +- 5% average error at a probability of 68%). Variable size plots has been decided to be the most effective method for this inventory, for growing and mature stands, but a 4 meters fixed radius plots will be used for seedling stands.

In practice, you simply need to represent the sample plots as points that will be used by the field teams later:

- Open your `digitizing_2012.qgs` project from the previous lesson.
- Remove all the layers except for `forest_stands_2012`.
- Save your project now as `forest_inventory.qgs`

Now you need to create a rectangular grid of points separated 80 meters from each other:



- Open *Vector*  *Research Tools*  *Regular points*.
- In the *Area* definitions select *Input Boundary Layer*.
- And as input layer set the `forest_stands_2012` layer.
- In the *Grid Spacing* settings, select *Use this point spacing* and set it to 80.
- Save the output as `systematic_plots.shp` in the `forestry\sampling\` folder.
- Check *Add result to canvas*.
- Click *OK*.

---

**Nota:** The suggested *Regular points* creates the systematic points starting in the corner upper-left corner of the extent of the selected polygon layer. If you want to add some randomness to this regular points, you could use a randomly calculated number between 0 and 80 (80 is the distance between our points), and then write it as the *Initial inset from corner (LH side)* parameter in the tool's dialog.

---

You notice that the tool has used the whole extent of your stands layer to generate a rectangular grid of points. But you are only interested on those points that are actually inside your forest area (see the images below):

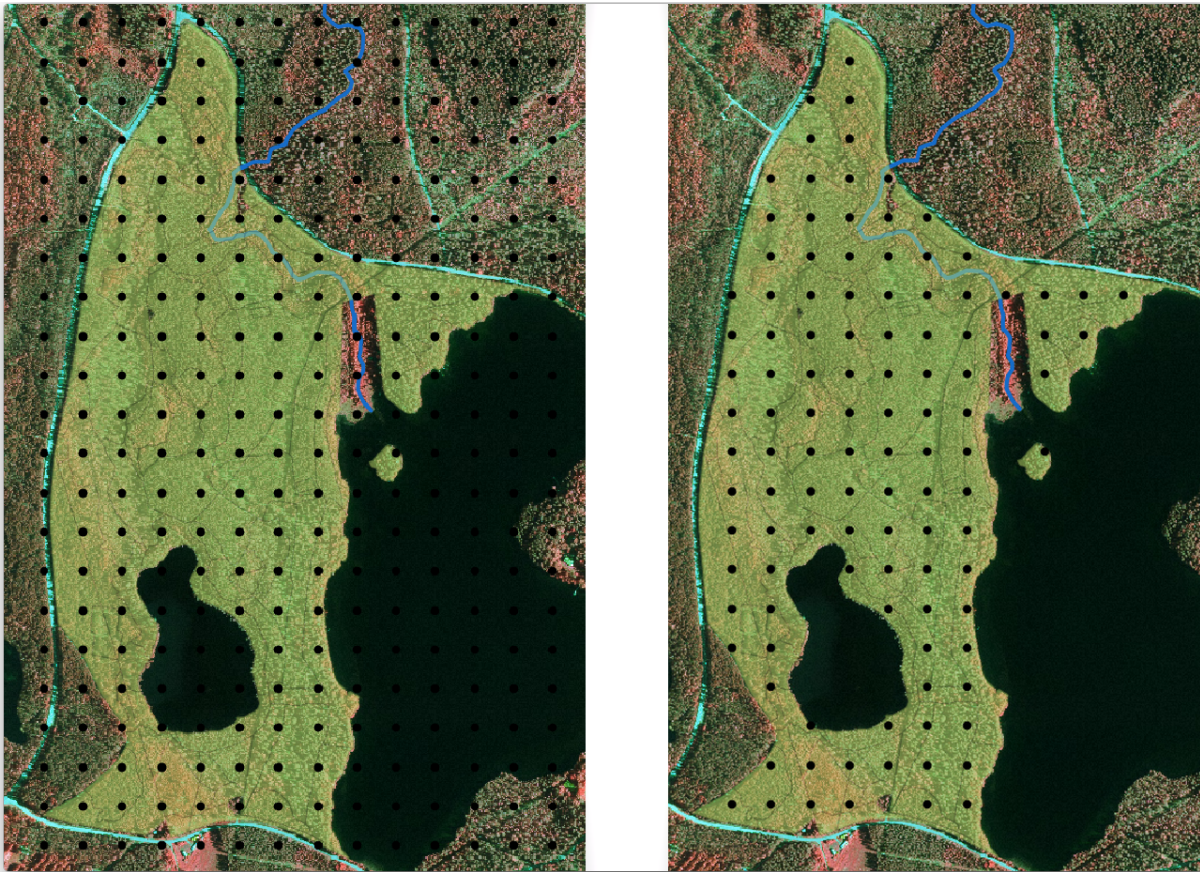
- Open *Vector*  *Geoprocessing Tools*  *Clip*.
- Select `systematic_plots` as *Input vector layer*.
- Set `forest_stands_2012` as the *Clip layer*.
- Save the result as `systematic_plots_clip.shp`.
- Check *Add result to canvas*.
- Click *OK*.

You have now the points that the field teams will use to navigate to the designed sample plots locations. You can still prepare these points so that they are more useful for the field work. At the least you will have to add meaningful names for the points and export them to a format that can be used in their GPS devices.

Lets start with the naming of the sample plots. If you check the *Attribute table* for the plots inside the forest area, you can see that you have the default *id* field automatically generated by the *Regular points* tool. Label the points to see them in the map and consider if you could use those numbers as part of your sample plot naming:

- Open the *Layer Properties* -> *Labels* for your `systematic_plots_clip`.
- Check *Label this layer with* and select the field `ID`.
- Go to the *Buffer* options and check the *Draw text buffer*, set the *Size* to 1.
- Click *OK*.





Now look at the labels on your map. You can see that the points have been created and numbered first West to East and then North to South. If you look at the attribute table again, you will notice that the order in the table is following also that pattern. Unless you would have a reason to name the sample plots in a different way, naming them in a West-East/North-South fashion follows a logical order and is a good option.

---

**Nota:** If you would like to order or name them in a different way, you could use a spreadsheet to be able to order and combine rows and columns in any different way.

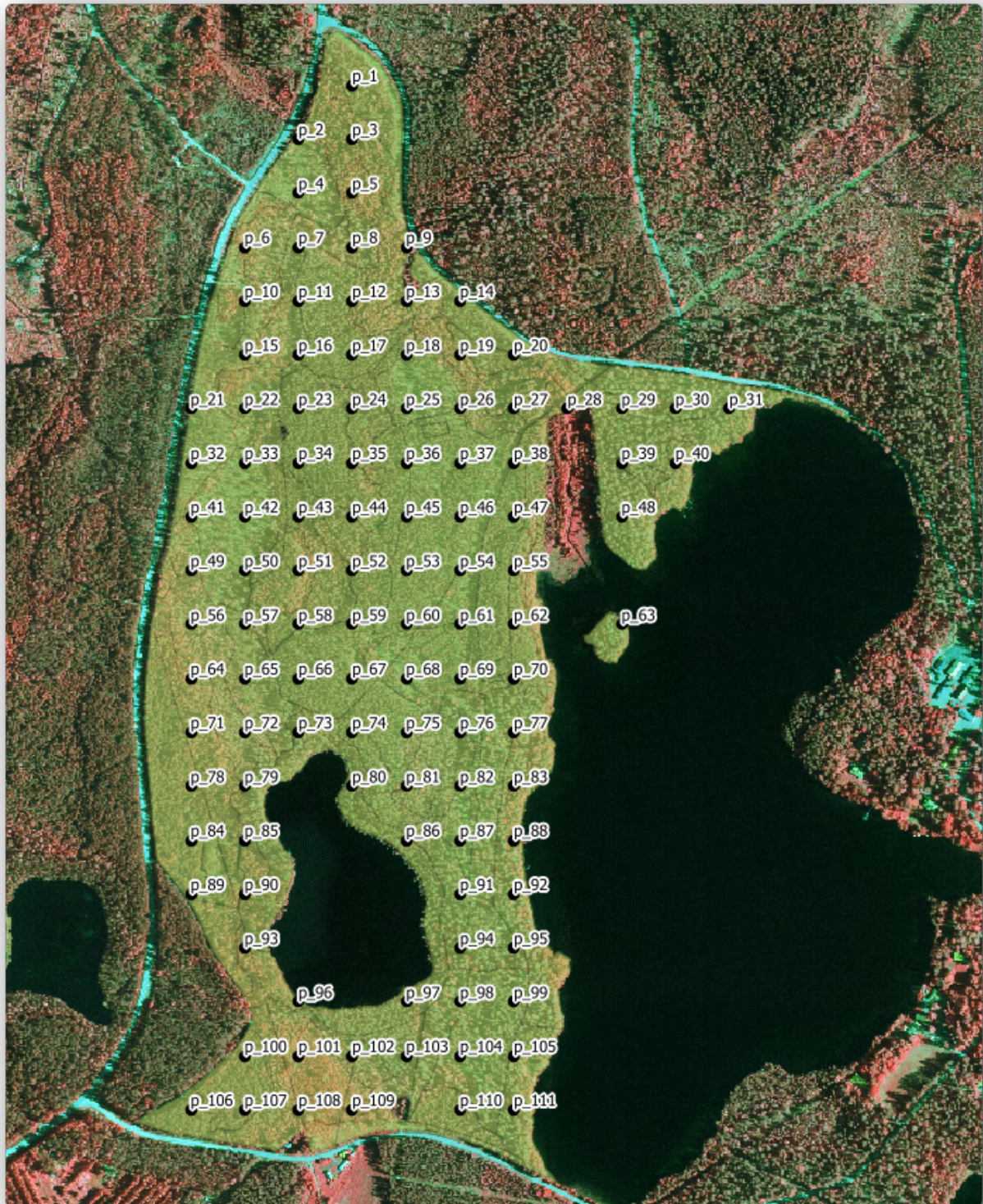
---

Nevertheless, the number values in the `id` field are not so good. It would be better if the naming would be something like `p_1`, `p_2`... You can create a new column for the `systematic_plots_clip` layer:

- Go to the *Attribute table* for `systematic_plots_clip`.
- Enable the edit mode.
- Open the *Field calculator* and name the new column `Plot_id`.
- Set the *Output field type* to `:kbd:Text (string)`.
- In the *Expression* field, write, copy or construct this formula `concat ('P_', $rownum )`. Remember that you can also double click on the elements inside the *Function list*. The `concat` function can be found under *String* and the `$rownum` parameter can be found under *Record*.
- Click *OK*.
- Disable the edit mode and save your changes.

Now you have a new column with plot names that are meaningful to you. For the `systematic_plots_clip` layer, change the field used for labeling to your new `Plot_id` field.







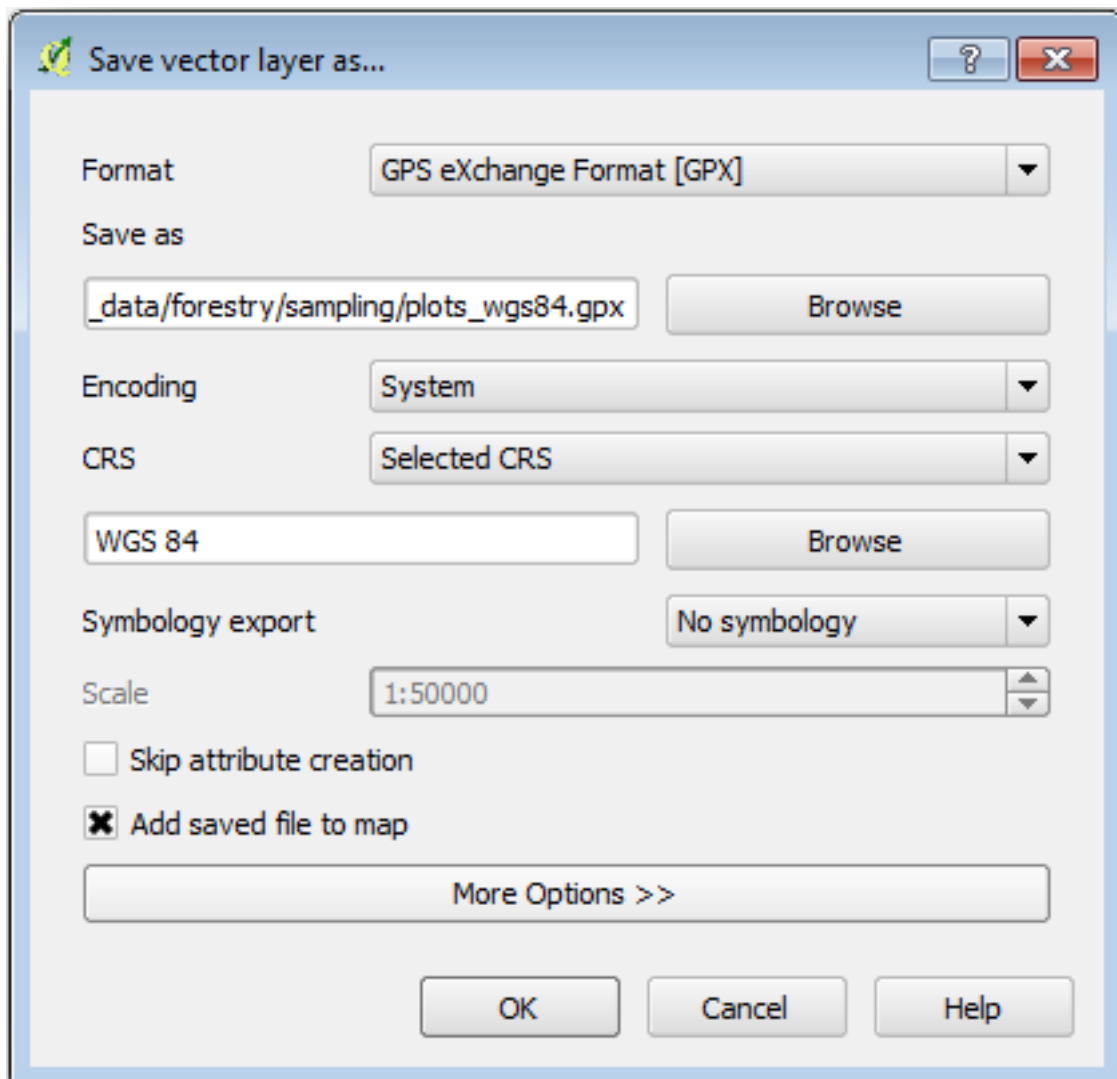
### 14.5.3 Follow Along: Exporting Sample Plots as GPX format

The field teams will be probably using a GPS device to locate the sample plots you planned. The next step is to export the points you created to a format that your GPS can read. QGIS allows you to save your point and line vector data in *GPS eXchange Format (GPX)* <[https://en.wikipedia.org/wiki/GPS\\_Exchange\\_Format](https://en.wikipedia.org/wiki/GPS_Exchange_Format)>, which is a standard GPS data format that can be read by most of the specialized software. You need to be careful with selecting the CRS when you save your data:

- Right click `systematic_plots_clip` and select *Save as*.
- In *Format* select *GPS eXchange Format [GPX]*.
- Save the output as `plots_wgs84.gpx`.
- In *CRS* select *Selected CRS*.
- Browse for `WGS 84 (EPSG:4326)`.

**Nota:** The GPX format accepts only this CRS, if you select a different one, QGIS will give no error but you will get an empty file.

- Click *OK*.
- In the dialog that opens, select only the `waypoints` layer (the rest of the layers are empty).



The inventory sample plots are now in a standard format that can be managed by most of the GPS software. The field teams can now upload the locations of the sample plots to their devices. That would be done by using the specific devices own software and the `plots_wgs84.gpx` file you just saved. Other option would be to use the *GPS Tools* plugin but it would most likely involve setting the tool to work with your specific GPS device. If you are working with your own data and want to see how the tool works you can find out information about it in the section `working_gps` in the **QGIS User Manual**.

Save your QGIS project now.

### 14.5.4 In Conclusion

You just saw how easily you can create a systematic sampling design to be used in a forest inventory. Creating other types of sampling designs will involve the use of different tools within QGIS, spreadsheets or scripting to calculate the coordinates of the sample plots, but the general idea remains the same.

### 14.5.5 What's Next?

In the next lesson you will see how to use the Atlas capabilities in QGIS to automatically generate detailed maps that the field teams will be using to navigate to the sample plots assigned to them.

## 14.6 Lesson: Creating Detailed Maps with the Atlas Tool

The systematic sampling design is ready and the field teams have loaded the GPS coordinates in their navigation devices. They also have a field data form where they will collect the information measured at every sample plot. To easier find their way to every sample plot, they have requested a number of detail maps where some ground information can be clearly seen along with a smaller subset of sample plots and some information about the map area. You can use the Atlas tool to automatically generate a number of maps with a common format.

**The goal for this lesson:** Learn to use the Atlas tool in QGIS to generate detailed printable maps to assist in the field inventory work.

### 14.6.1 Follow Along: Preparing the Print Layout


Before we can automate the detailed maps of the forest area and our sampling plots, we need to create a map template with all the elements we consider useful for the field work. Of course the most important will be a properly styled but, as you have seen before, you will also need to add lots of other elements that complete the printed map.

Open the QGIS project from the previous lesson `forest_inventory.qgs`. You should have at least the following layers:

- `forest_stands_2012` (with a 50% transparency, green fill and darker green border lines).
- `systematic_plots_clip`.
- `rautjarvi_aerial`.

Save the project with a new name, `map_creation.qgs`.

To create a printable map, remember that you use the *Layout Manager*:

- Open *Project*  *Layout Manager*....
- In the *Layout manager* dialog.
- Click the *Add* button and name your print layout `forest_map`.
- Click *OK*.
- Click the *Show* button.

Set up the printer options so that your maps will suit your paper and margins, for an A4 paper:

- Open menu selection: *Layout* → *Page Setup...*
- *Size* is *A4 (217 x 297 mm)*.
- *Orientation* is *Landscape*.
- *Margins (millimeters)* are all set to 5.

In the *Print Layout* window, go to the *Composition* tab (on the right panel) and make sure that these settings for *Paper and quality* are the same you defined for the printer:

- *Size*: A4 (210x297mm).
- *Orientation*: Landscape.
- *Quality*: 300dpi.

Composing a map is easier if you make use of the canvas grid to position the different elements. Review the settings for the layout grid:

- In the *Composition* tab expand the *Grid* region.
- Check that *Spacing* is set to 10 mm.
- And that *Tolerance* is set to 2 mm.

You need to activate the use of the grid:

- Open the *View* menu.
- Check *Show grid*.
- Check *Snap to grid*.
- Notice that options for using *guides* are checked by default, which allows you to see red guiding lines when you are moving elements in the layout.

Now you can start to add elements to your map canvas. Add first a map element so you can review how it looks as you will be making changes in the layers symbology:

- Click on the *Add New Map* button: .
- Click and drag a box on the canvas so that the map occupies most of it.

Notice how the mouse cursor snaps to the canvas grid. Use this function when you add other elements. If you want to have more accuracy, change the grid *Spacing* setting. If for some reason you don't want to snap to the grid at some point, you can always check or uncheck it in the *View* menu.

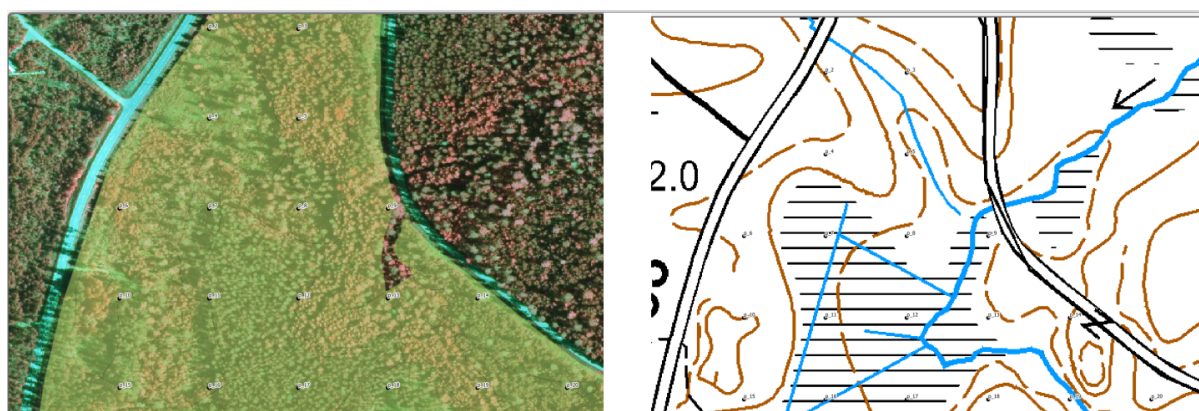
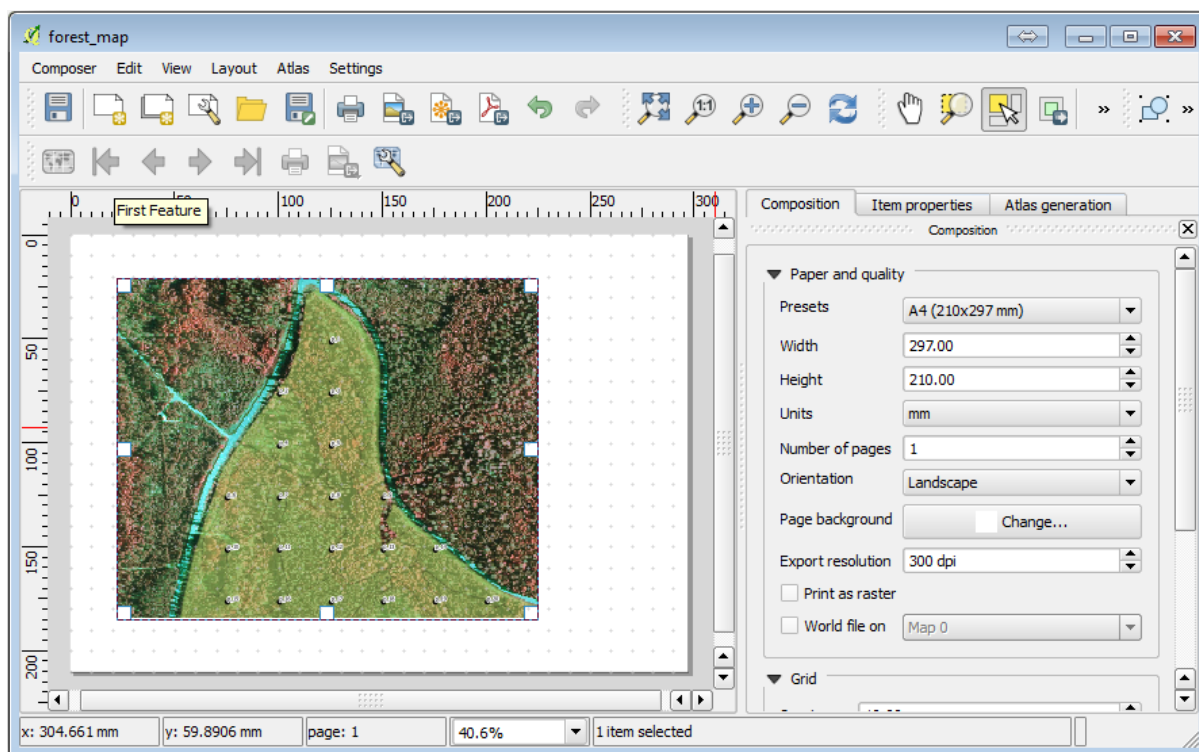
## 14.6.2 Follow Along: Adding Background Map

Leave the layout open but go back to the map. Lets add some background data and create some styling so that the map content is as clear as possible.

- Add the background raster `basic_map.tif` that you can find in the `exercise_data\forestry\` folder.
- When prompted select the `ETRS89 / ETRS-TM35FIN CRS` for the raster.


As you can see the background map is already styled. This type of ready to use cartography raster is very common. It is created from vector data, styled in a standard format and stored as a raster so that you don't have to bother styling several vector layers and worrying about getting a good result.

- Now zoom to your sample plots, so that you can see only about four or five lines of plots.



The current styling of the sample plots is not the best, but how does it look in the print layout?:

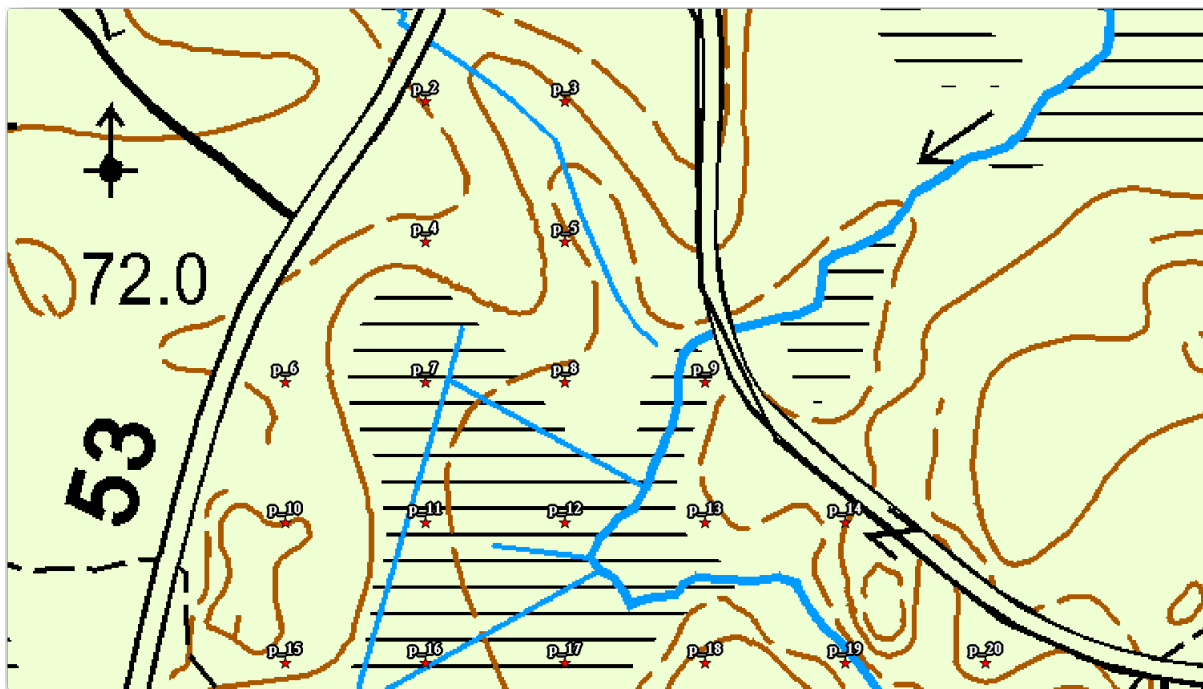
While during the last exercises, the white buffer was OK on top of the aerial image, now that the background image is mostly white you barely can see the labels. You can also check how it looks like on the layout:

- Go to the *Print Layout* window.
- Use the  button to select the map element in the layout.
- Go to the *Item properties* tab.
- Under *Extents* click on *Set to map canvas extent*.
- If you need to refresh the element, under *Main properties* click on the *Update preview*.

Obviously this is not good enough, you want to make the plot numbers as clearly visible as possible for the field teams.

### 14.6.3 Try Yourself Changing the Symbology of the Layers

You have been working in *Module: Creazione ed Esplorazione di una Mappa di Base* with symbology and in *Module: Classificare dati vettoriali* with labeling. Go back to those modules if you need to refresh about some of the available options and tools. Your goal is to get the plots locations and their name to be as clearly visible as possible but always allowing to see the background map elements. You can take some guidance from this image:

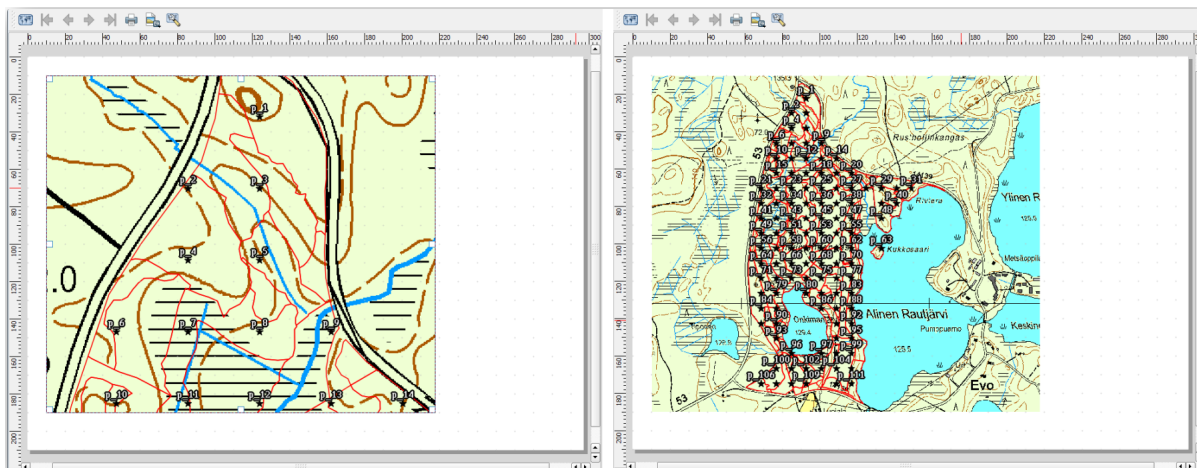


You will use later the the green styling of the `forest_stands_2012` layer. In order to keep it, and have a visualization of it that shows only the stand borders:

- Right click on `forest_stands_2012` and select *Duplicate*
- you get a new layer named `forest_stands_2012 copy` that you can use to define a different style, for example with no filling and red borders.

Now you have two different visualizations of the forest stands and you can decide which one to display for your detail map.

Go back to the *Print Layout* window often to see what the map would look like. For the purposes of creating detailed maps, you are looking for a symbology that looks good not at the scale of the whole forest area (left image below) but at a closer scale (right image below). Remember to use *Update preview* and *Set to map canvas extent* whenever you change the zoom in your map or the layout.

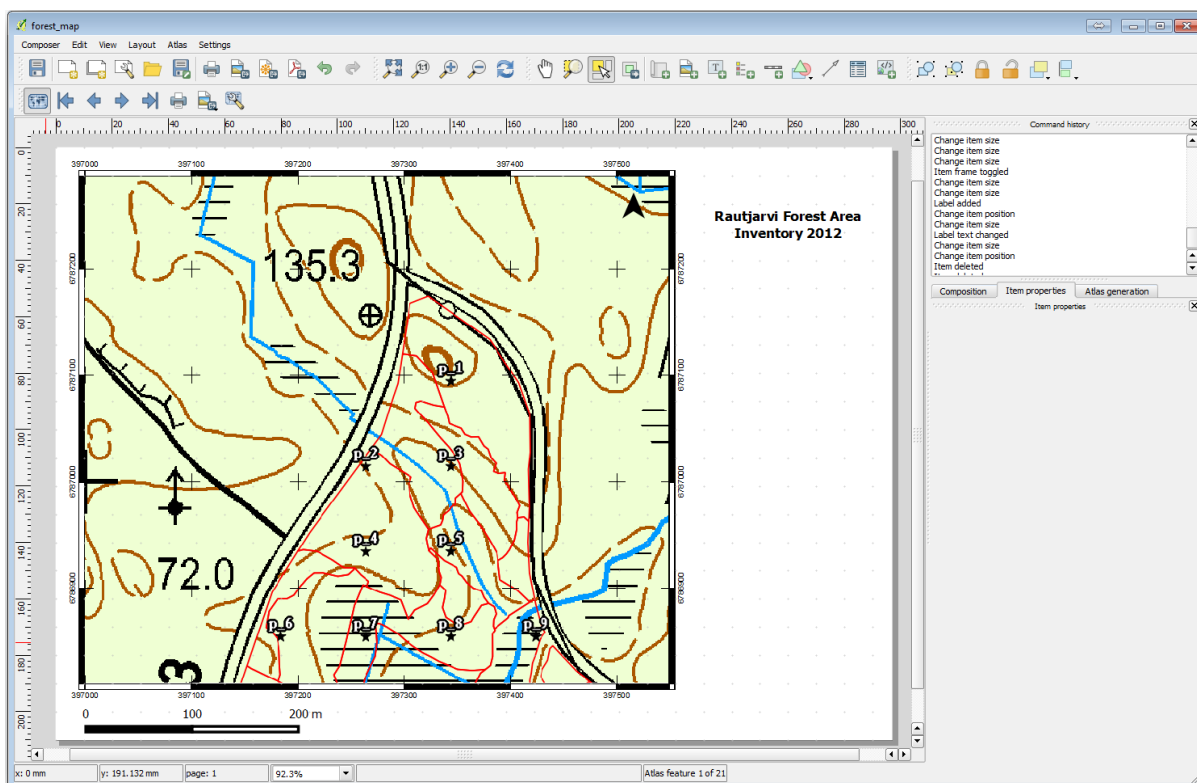


### 14.6.4 Try Yourself Create a Basic Map Template

Once you have a symbology you are happy with, you are ready to add some more information to your printed map. Add at least the following elements:


- Title.
- A scale bar.
- Grid frame for your map.
- Coordinates on the sides of the grid.

You have created a similar composition already in *Module: Disposizione delle Mappe*. Go back to that module as you need. You can look at this example image for reference:



Export your map as an image and look at it.



- *Layout*  *Export as Image....*
- Use for example the JPG format.

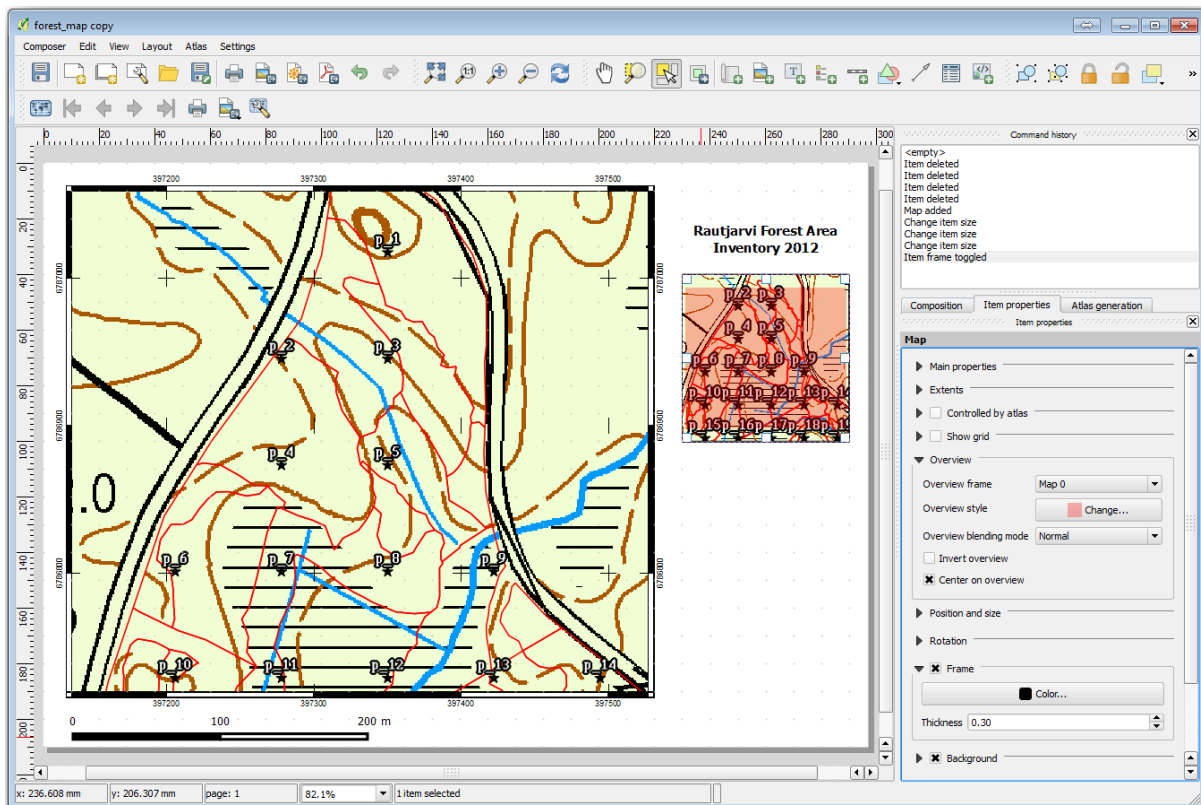
That is what it will look like when printed.

## 14.6.5 Follow Along: Adding More Elements to the Print Layout

As you probably noticed in the suggested map template images, there are plenty of room on the right side of the canvas. Lets see what else could go in there. For the purposes of our map, a legend is not really necessary, but an overview map and some text boxes could add value to the map.

The overview map will help the field teams place the detail map inside the general forest area:

- Add another map element to the canvas, right under the title text.
- In the *Item properties* tab, open the *Overview* dropdown.
- Set the *Overview frame* to *Map 0*. This creates a shadowed rectangle over the smaller map representing the extent visible in the bigger map.
- Check also the *Frame* option with a black color and a *Thickness* of 0.30.



Notice that your overview map is not really giving an overview of the forest area which is what you want. You want this map to represent the whole forest area and you want it to show only the background map and the `forest_stands_2012` layer, and not display the sample plots. And also you want to lock its view so it does not change anymore whenever you change the visibility or order of the layers.

- Go back to the map, but don't close the *Print Layout*.
- Right click the `forest_stands_2012` layer and click on *Zoom to Layer Extent*.
- Deactivate all layers except for `basic_map` and `forest_stands_2012`.
- Go back to the *Print Layout*.

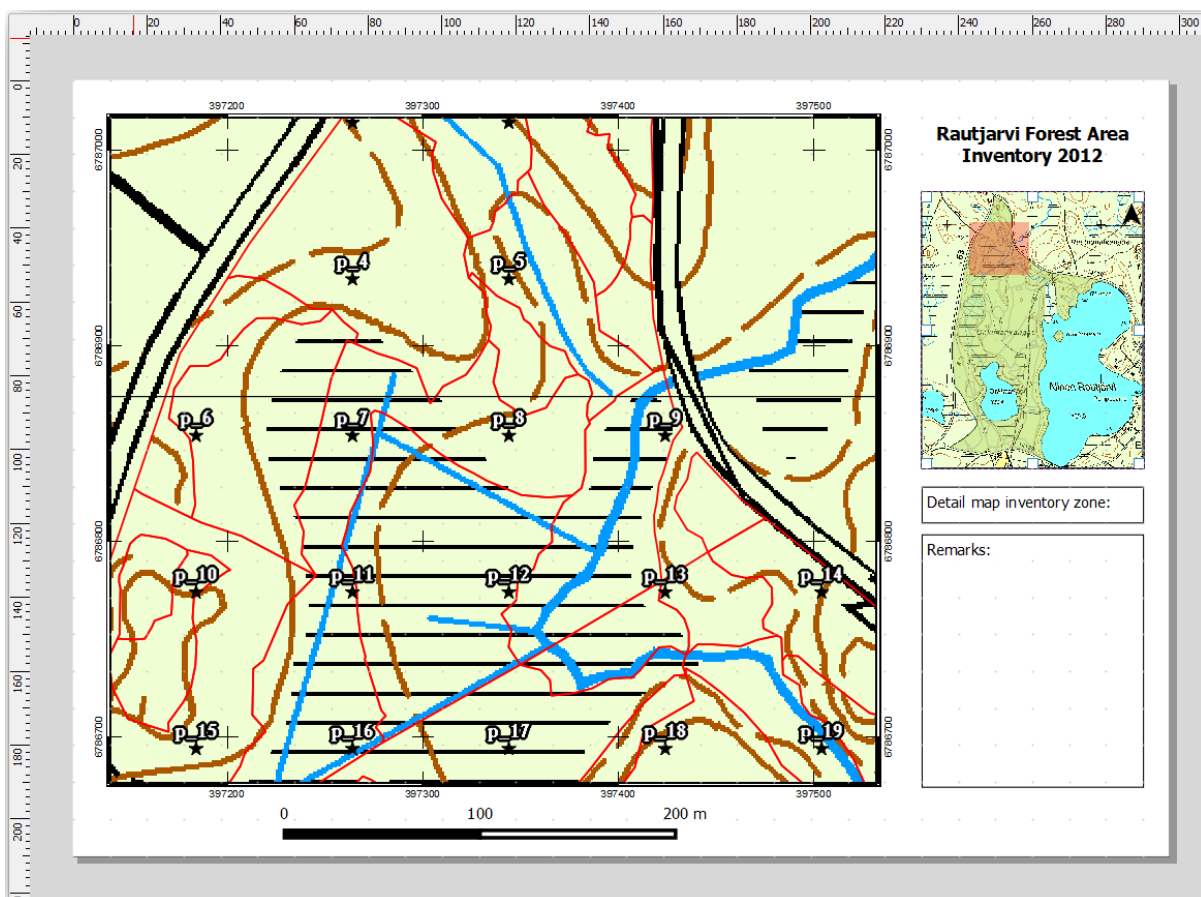
- With the small map selected, click the *Set to map canvas extent* to set its extents to what you can see in the map window.
- Lock the view for the overview map by checking *Lock layers for map item* under *Main properties*.

Now your overview map is more what you expected and its view will not change anymore. But, of course, now your detail map is not showing anymore the stand borders nor the sample plots. Lets fix that:

- Go to the map window again and select the layers you want to be visible (*systematic\_plots\_clip*, *forest\_stands\_2012 copy* and *Basic\_map*).
- Zoom again to have only a few lines of sample plots visible.
- Go back to the *Print Layout* window.
- Select the bigger map in your layout (🖱️).
- In *Item properties* click on *Update preview* and *Set to map canvas extent*.


Notice that only the bigger map is displaying the current map view, and the small overview map is keeping the same view you had when you locked it.

Note also that the overview is showing a shaded frame for the extent shown in the detail map.



Your template map is almost ready. Add now two text boxes below the map, one containing the text “Detailed map zone: “ and the other one “Remarks: “. Place them as you can see in the image above.

You can also add a North arrow to the overview map:

- Use the *Add image* tool, .
- Click at the upper right corner of the overview map.
- In *Item properties* open *Search directories* and browse for an arrow image.

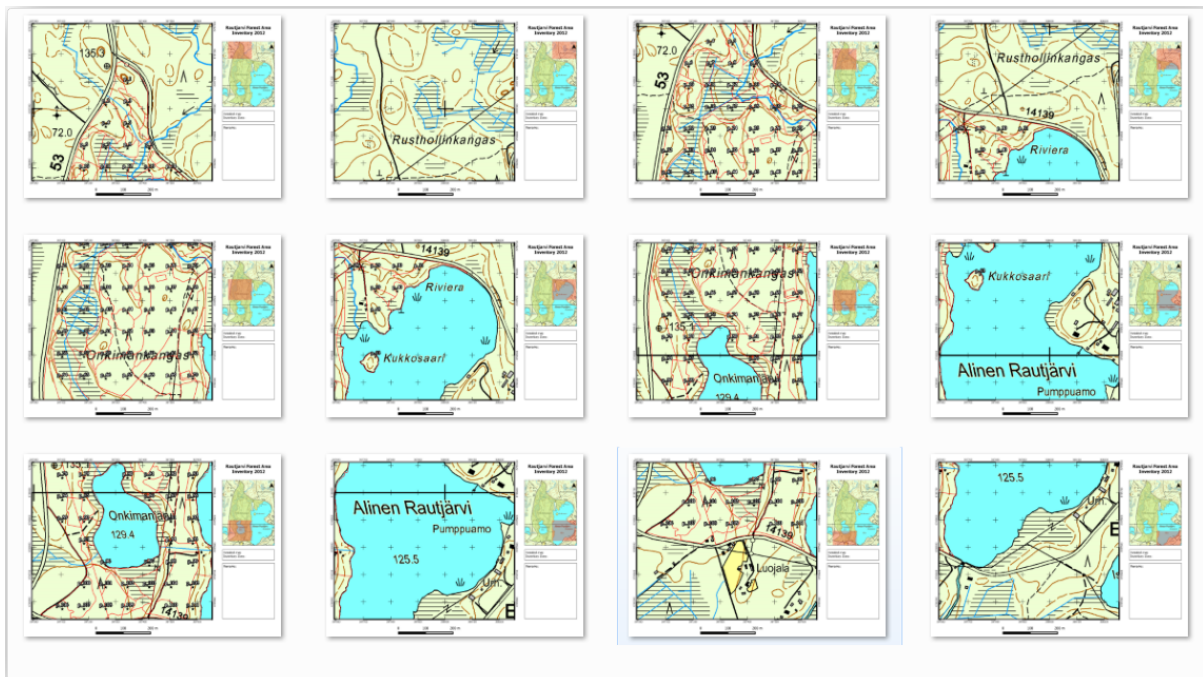


- Under *Image rotation*, check the *Sync with map* and select Map 1 (the overview map).
- Uncheck *Background*.
- Resize the arrow image to a size that looks good on the small map.



The basic map layout is ready, now you want to make use of the Atlas tool to generate as many detail maps in this format as you consider necessary.

## 14.6.6 Follow Along: Creating an Atlas Coverage

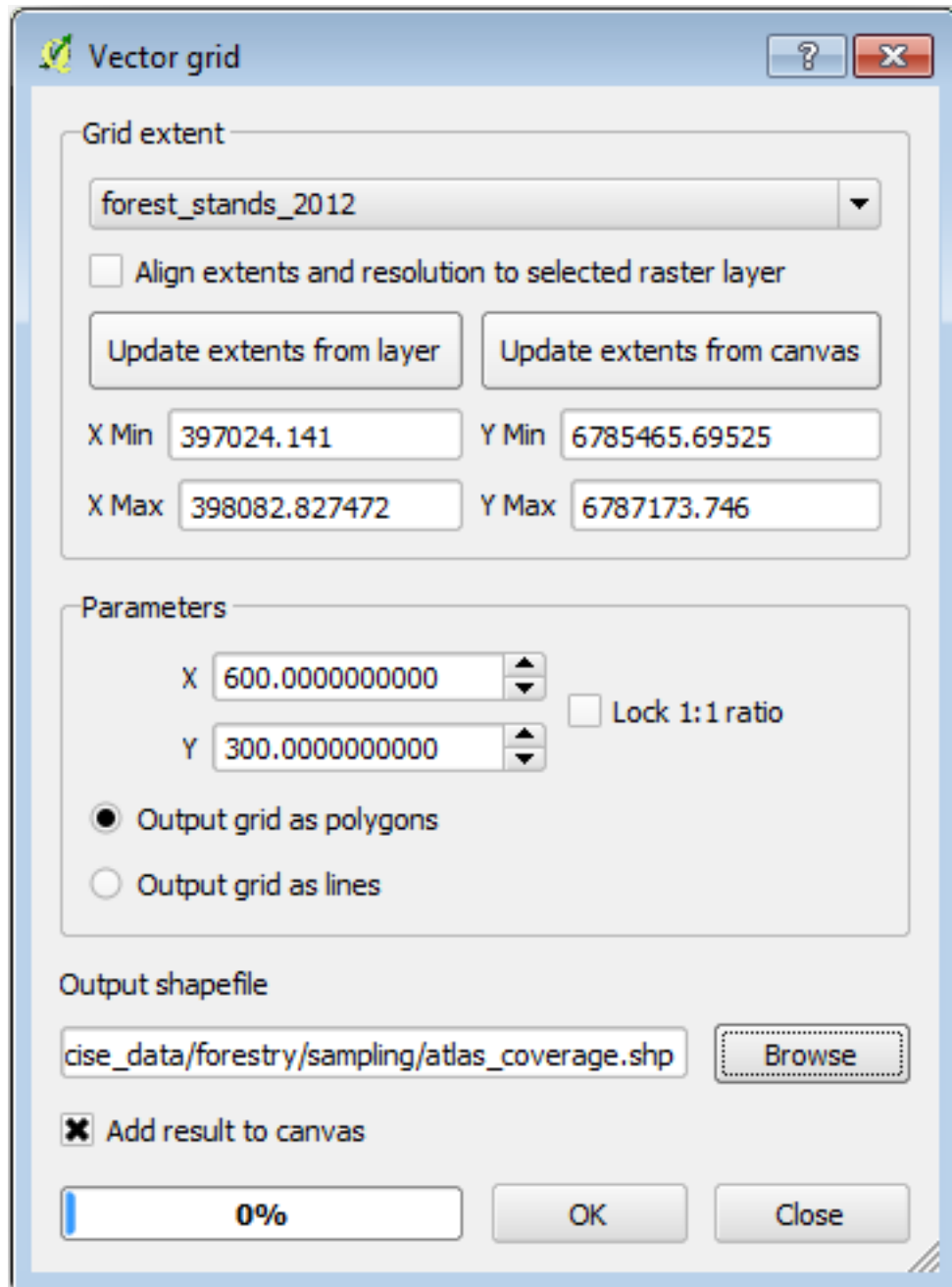
The Atlas coverage is just a vector layer that will be used to generate the detail maps, one map for every feature in the coverage. To get an idea of what you will do next, here is a full set of detail maps for the forest area:

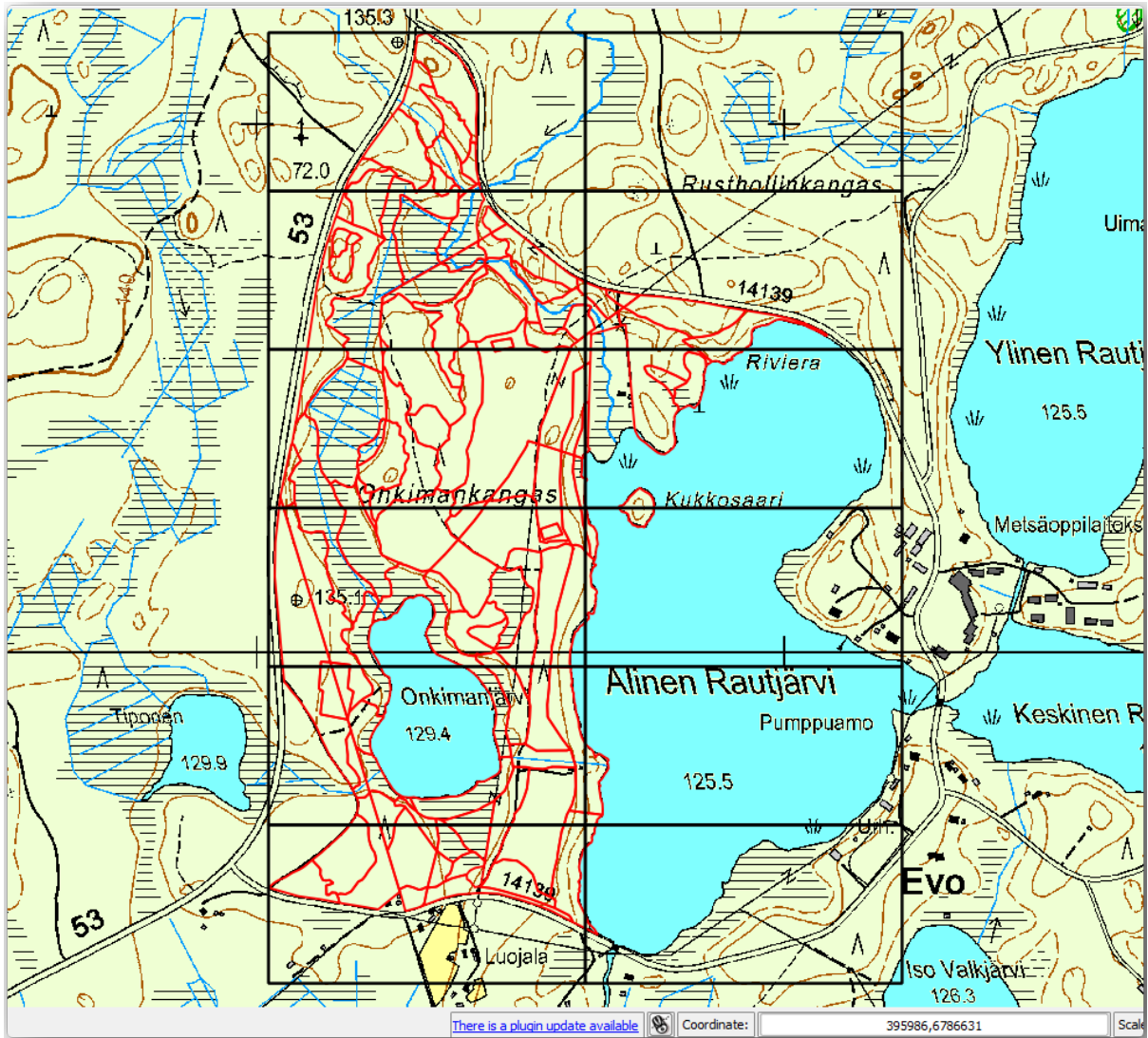


The coverage could be any existing layer, but usually it makes more sense to create one for the specific purpose. Let's create a grid of polygons covering the forest area:

- In the QGIS map view, open *Vector*  *Research Tools*  *Vector grid*.
- Set the tool as shown in this image:
- Save the output as `atlas_coverage.shp`.
- Style the new `atlas_coverage` layer so that the polygons have no filling.

The new polygons are covering the whole forest area and they give you an idea of what each map (created from each polygon) will contain.

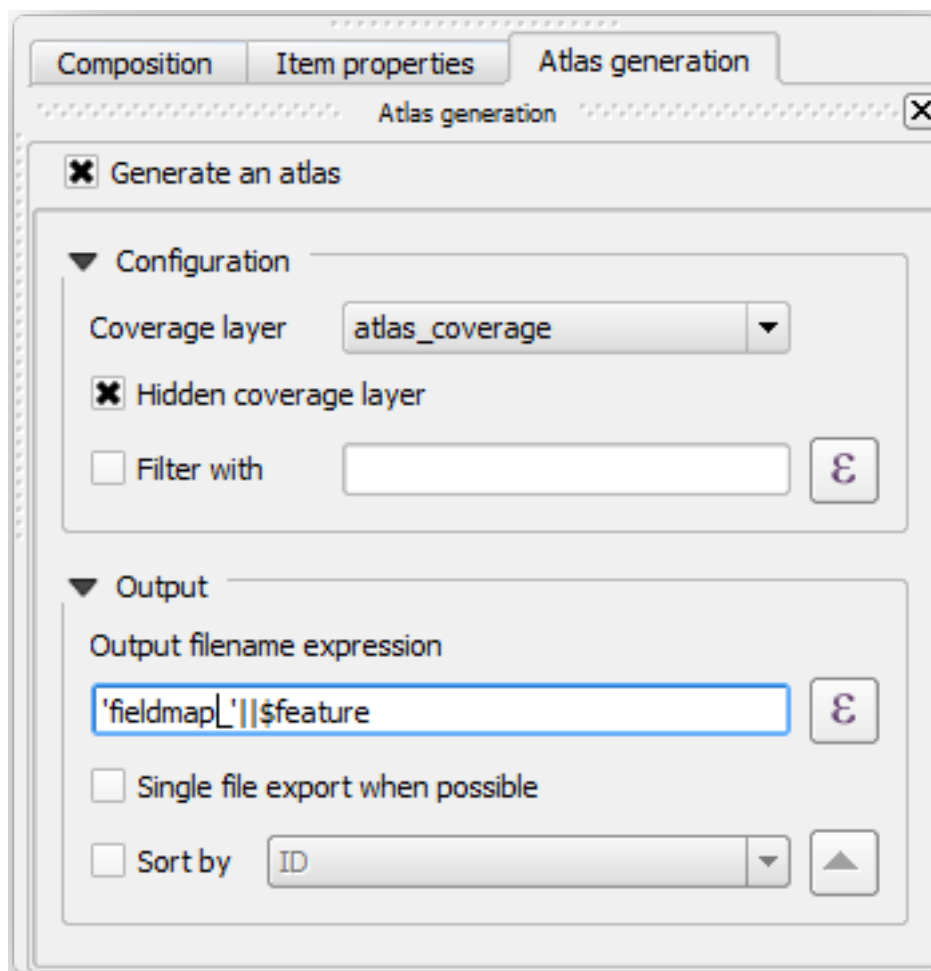




## 14.6.7 Follow Along: Setting Up the Atlas Tool

The last step is to set up the Atlas tool:

- Go back to the *Print Layout*.
- In the panel on the right, go to the *Atlas generation* tab.
- Set the options as follows:

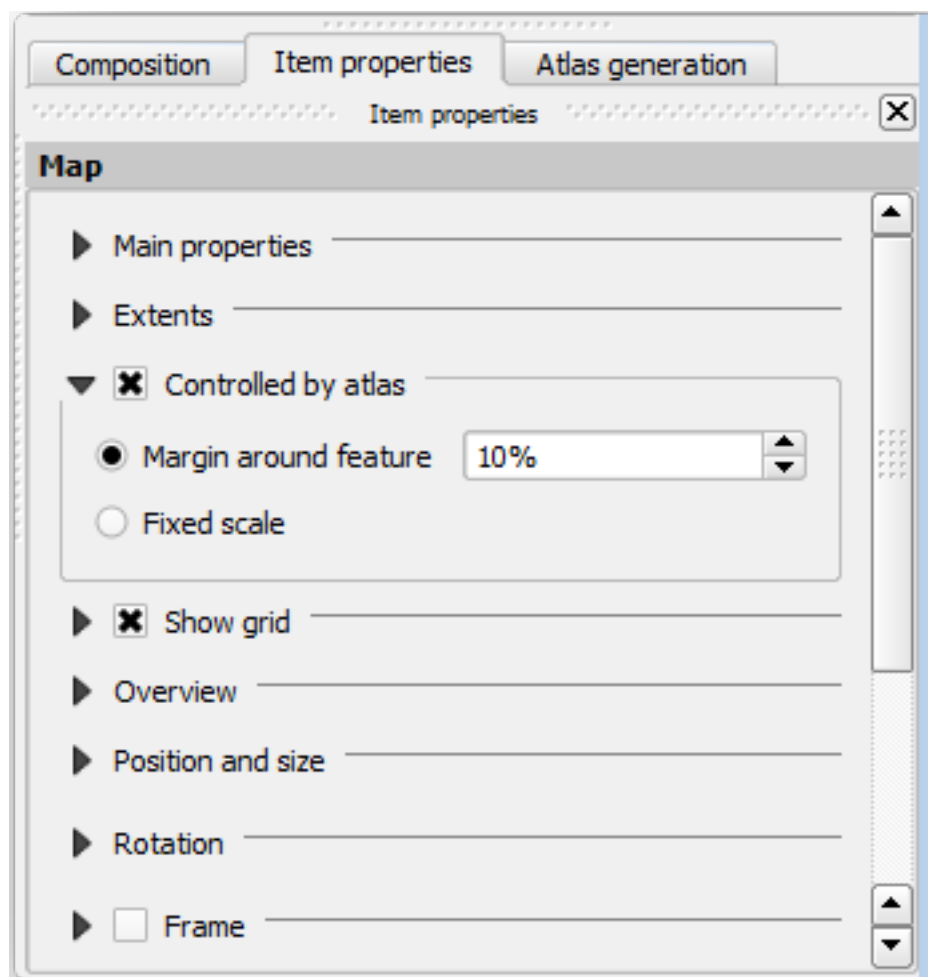




That tells the Atlas tool to use the features (polygons) inside `atlas_coverage` as the focus for every detail map. It will output one map for every feature in the layer. The *Hidden coverage layer* tells the Atlas to not show the polygons in the output maps.

One more thing needs to be done. You need to tell the Atlas tool what map element is going to be updated for every output map. By now, you probably can guess that the map to be changed for every feature is the one you have prepared to contain detail views of the sample plots, that is the bigger map element in your canvas:

- Select the bigger map element.
- Go to the *Item properties* tab.
- In the list, check *Controlled by atlas*.
- And set the *Marging around feature* to 10%. The view extent will be 10% bigger than the polygons, which means that your detail maps will have a 10% overlap.

Now you can use the preview tool for Atlas maps to review what your maps will look like:



- Activate the Atlas previews using the button  or if your Atlas toolbar is not visible, via *Atlas*  *Preview Atlas*.
- You can use the arrows in the Atlas tool bar or in the *Atlas* menu to move through maps that will be created.

Note that some of them cover areas that are not interesting. Lets do something about it and save some trees by not printing those useless maps.


### 14.6.8 Follow Along: Editing the Coverage Layer

Besides removing the polygons for those areas that are not interesting, you can also customize the text labels in your map to be generated with content from the *Attribute table* of your coverage layer:

- Go back to the map view.
- Enable editing for the `atlas_coverage` layer.
- Select the polygons that are selected (in yellow) in the image below.
- Remove the selected polygons.
- Disable editing and save the edits.

You can go back to the *Print Layout* and check that the previews of the Atlas use only the polygons you left in the layer.

The coverage layer you are using does not yet have useful information that you could use to customize the content of the labels in your map. The first step is to create them, you can add for example a zone code for the polygon areas and a field with some remarks for the field teams to have into account:

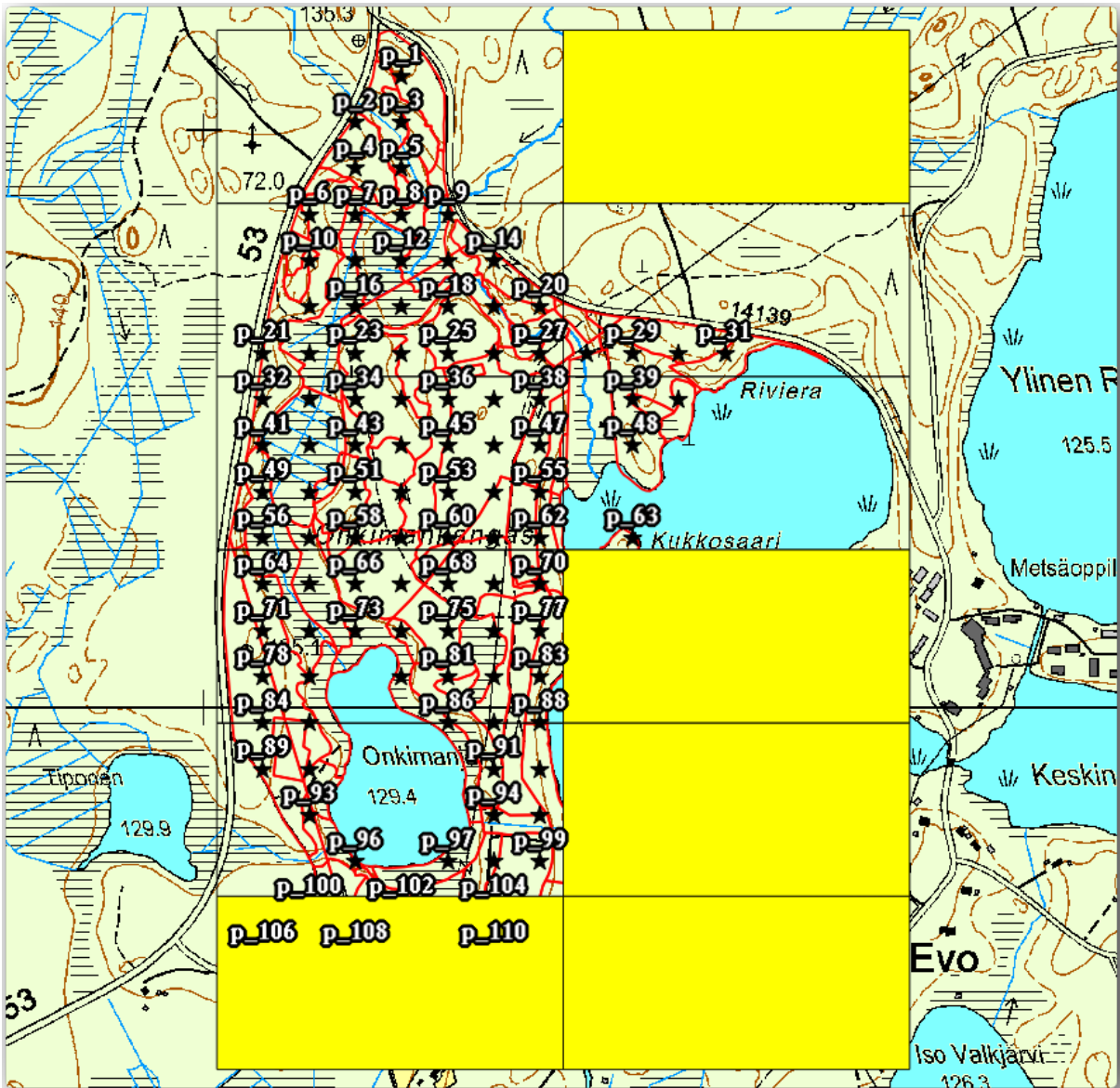
- Open the *Attribute table* for the `atlas_coverage` layer.
- Enable editing.
- Use the  calculator to create and populate the following two fields.
- Create a field named `Zone` and type `Whole number (integer)`.
- In the *Expression* box write/copy/construct `$rownum`.
- Create another field named `Remarks`, of type `Text (string)` and a width of 255.
- In the *Expression* box write `'No remarks.'`. This will set all the default value for all the polygons.

The forest manager will have some information about the area that might be useful when visiting the area. For example, the existence of a bridge, a swamp or the location of a protected species. The `atlas_coverage` layer is probably in edit mode still, add the following text in the `Remarks` field to the corresponding polygons (double click the cell to edit it):

- For the `Zone 2`: `Bridge to the North of plot 19. Siberian squirrel between p_13 and p_14..`
- For the `Zone 6`: `Difficult to transit in swamp to the North of the lake..`
- For the `Zone 7`: `Siberian squirrel to the South East of p_94..`
- Disable editing and save your edits.

Almost ready, now you have to tell the Atlas tool that you want some of the text labels to use the information from the `atlas_coverage` layer's attribute table.

- Go back to the *Print Layout*.
- Select the text label containing `Detailed map....`
- Set the *Font* size to 12.
- Set the cursor at the end of the text in the label.

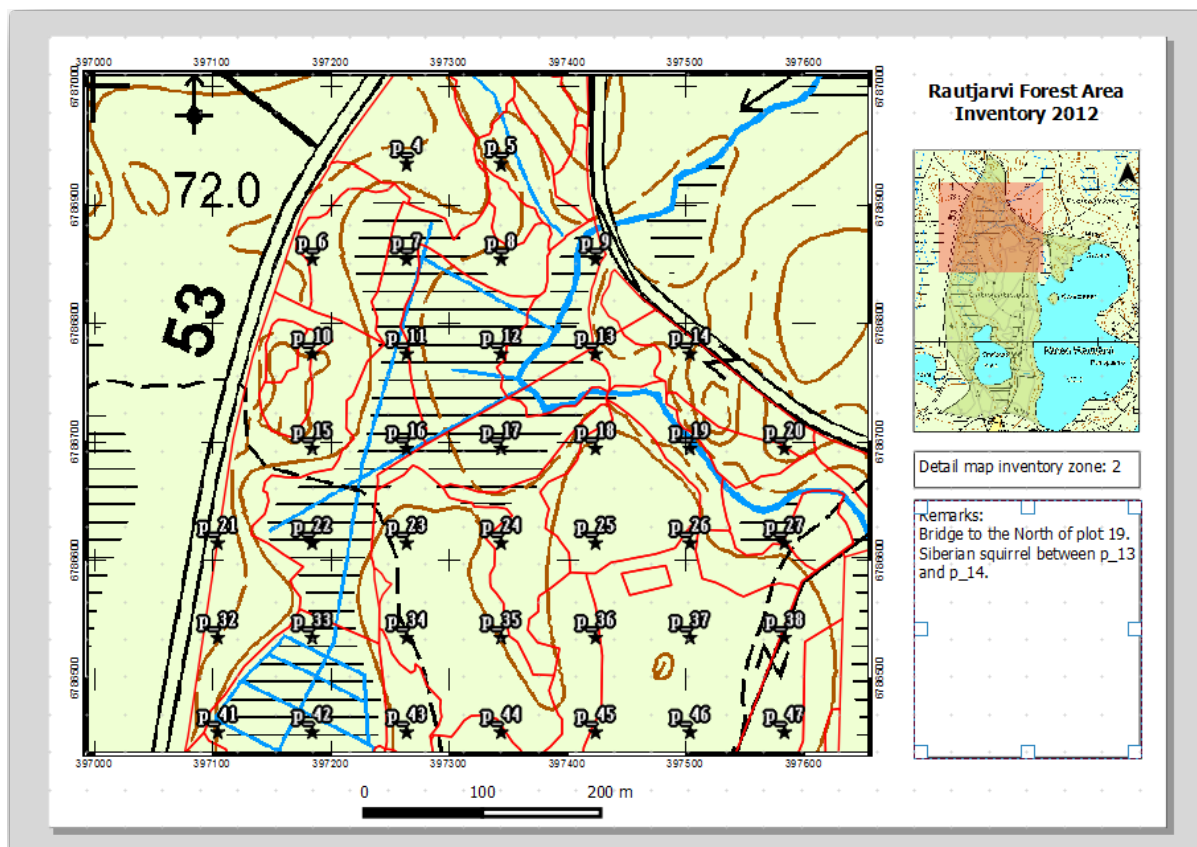




- In the *Item properties* tab, inside the *Main properties* click on *Insert an expression*.
- In the *Function list* double click on the field *Zone* under *Field and Values*.
- Click *OK*.
- The text inside the box in the *Item properties* should show `Detail map inventory zone: [% "Zone" %]`. Note that the `[% "Zone" %]` will be substituted by the value of the field *Zone* for the corresponding feature from the layer *atlas\_coverage*.



Test the contents of the label by looking at the different Atlas preview maps.

Do the same for the labels with the text *Remarks* : using the field with the zone information. You can leave a break line before you enter the expression. You can see the result for the preview of zone 2 in the image below:




Use the Atlas preview to browse through all the maps you will be creating soon and enjoy!

## 14.6.9 Follow Along: Printing the Maps

Last but not least, printing or exporting your maps to image files or PDF files. You can use the *Atlas*  *Export Atlas as Images...* or *Atlas*  *Export Atlas as PDF...* Currently the SVG export format is not working properly and will give a poor result.

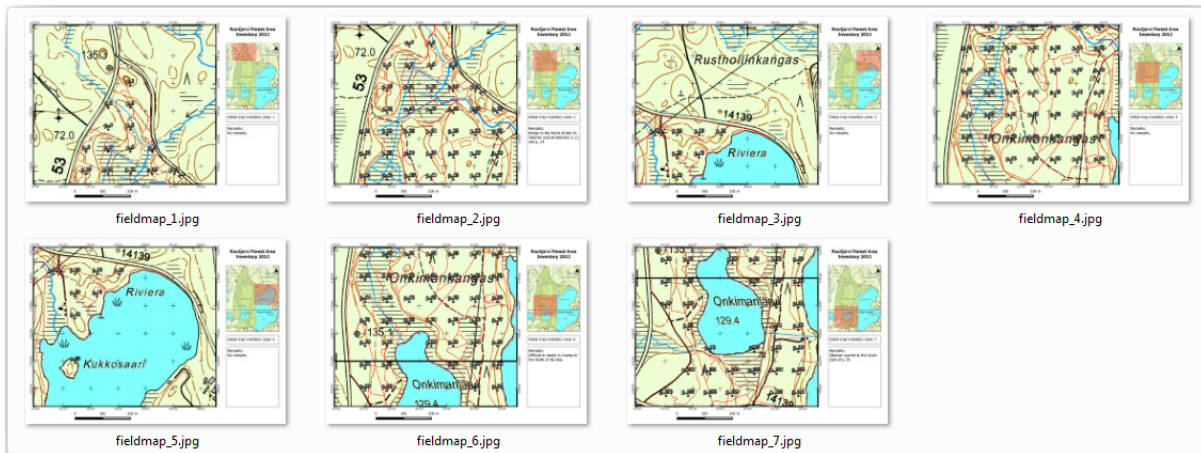
Lets print the maps as a single PDF that you can send to the field office for printing:

- Go to the *Atlas generation* tab on the right panel.
- Under the *Output* check the *Single file export when possible*. This will put all the maps together into a PDF file, if this option is not checked you will get one file for every map.
- Open *Layout*  *Export as PDF...*
- Save the PDF file as `inventory_2012_maps.pdf` in your `exercise_data\forestry\samplig\map_creation\` folder.



Open the PDF file to check that everything went as expected.

You could just as easily create separate images for every map (remember to uncheck the single file creation), here you can see the thumbnails of the images that would be created:



In the *Print Layout*, save your map as a layout template as `forestry_atlas.qpt` in your `exercise_data\forestry\map_creation\` folder. Use *Layout*  *Save as Template*. You will be able to use this template again and again.

Close the *Print Layout* and save your QGIS project.

### 14.6.10 In Conclusion

You have managed to create a template map that can be used to automatically generate detail maps to be used in the field to help navigate to the different plots. As you noticed, this was not an easy task but the benefit will come when you need to create similar maps for other regions and you can use the template you just saved.

### 14.6.11 What's Next?

In the next lesson, you will see how you can use LiDAR data to create a DEM and then use it to your enhance your data and maps visibility.

## 14.7 Lesson: Calculating the Forest Parameters

Estimating the parameters of the forest is the goal of the forest inventory. Continuing the example from previous lesson, you will use the inventory information gathered in the field to calculate the forest parameters, for the whole forest first, and then for the stands you digitized before.

**The goal for this lesson:** Calculate forest parameters at general and stand level.


## 14.7.1 Follow Along: Adding the Inventory Results

The field teams visited the forest and with the help of the information you provided, gathered information about the forest at every sample plot.

Most often the information will be collected into paper forms in the field, then typed to a spreadsheet. The sample plots information has been condensed into a `.csv` file that can be easily open in QGIS.

Continue with the QGIS project from the lesson about designing the inventory, you probably named it `forest_inventory.qgs`.

First, add the sample plots measurements to your QGIS project:

1. Go to *Layer*  *Add Delimited Text Layer...*
2. Browse to the file `systematic_inventory_results.csv` located in `exercise_data/forestry/results/`.
3. Make sure that the *Point coordinates* option is checked.
4. Set the fields for the coordinates to the *X* and *Y* fields.
5. Click *OK*.
6. When prompted, select *ETRS89 / ETRS-TM35FIN* as the CRS.
7. Open the new layer's *Attribute table* and have a look at the data.

You can read the type of data that is contained in the sample plots measurements in the text file `legend_2012_inventorydata.txt` located in the `exercise_data/forestry/results/` folder.



The `systematic_inventory_results` layer you just added is actually just a virtual representation of the text information in the `.csv` file. Before you continue, convert the inventory results to a real spatial dataset:

1. Right click on the `systematic_inventory_results` layer.
2. Browse to `exercise_data/forestry/results/` folder.
3. Name the file `sample_plots_results.shp`.
4. Check *Add saved file to map*.
5. Remove the `systematic_inventory_results` layer from your project.

## 14.7.2 Follow Along: Whole Forest Parameters Estimation

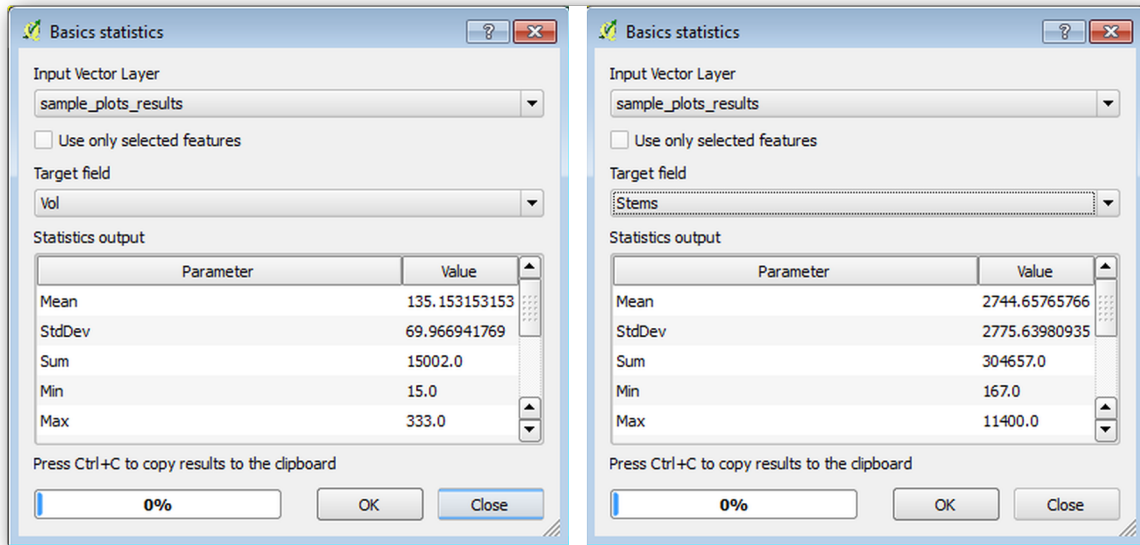
You can calculate the averages for this whole forest area from the inventory results for the some interesting parameters, like the volume and the number of stems per hectare. Since the systematic sample plots represent equal areas, you can directly calculate the averages of the volumes and number of stems per hectare from the `sample_plots_results` layer.

You can calculate the average of a field in a vector layer using the *Basic statistics* tool:

1. Open *Vector*  *Analysis Tools*  *Basic statistics for Fields*.
2. Select `sample_plots_results` as the *Input Vector Layer*.
3. Select `Vol` as *Target field*.
4. Click *OK*.

The average volume in the forest is `135.2 m3/ha`.



You can calculate the average for the number of stems in the same way, `2745 stems/ha`.



### 14.7.3 Follow Along: Estimating Stand Parameters

You can make use of those same systematic sample plots to calculate estimates for the different forest stands you digitized previously. Some of the forest stands did not get any sample plot and for those you will not get information. You could have planned some extra sample plots when you planned the systematic inventory, so that the field teams would have measured a few extra sample plots for this purpose. Or you could send a field team later to get estimates of the missing forest stands to complete the stand inventory. Nevertheless, you will get information for a good number of stands just using the planned plots.

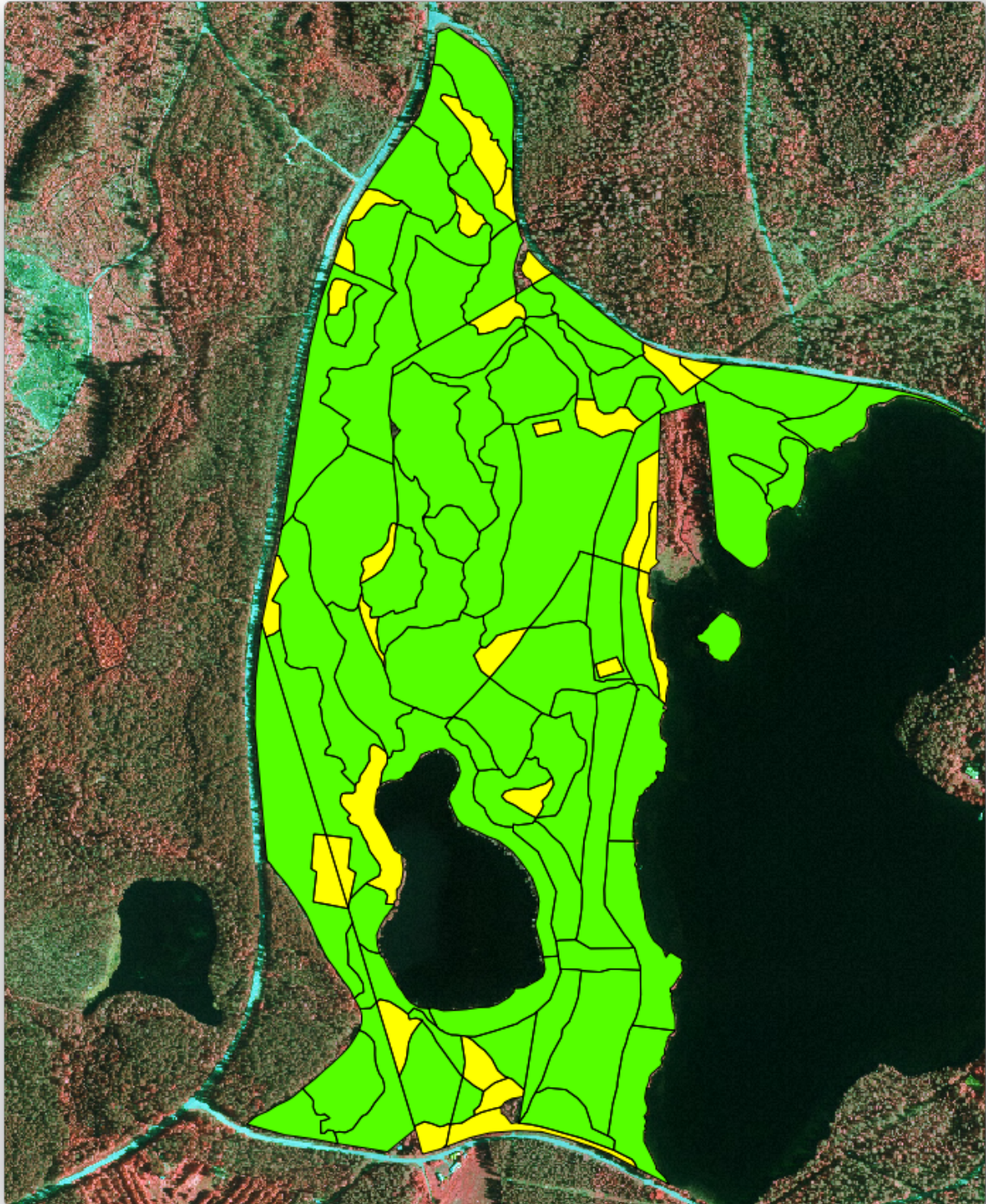
What you need is to get the averages of the sample plots that are falling within each of the forest stands. When you want to combine information based on their relative locations, you perform a spatial join:

1. Open the *Vector*  *Data Management*  *Join attributes by location* tool.
2. Set *forest\_stands\_2012* as the *Target vector layer*. The layer you want the results for.
3. Set *sample\_plots\_results* as the *Join vector layer*. The layer you want to calculate estimates from.
4. Check *Take summary of intersecting features*.
5. Check to calculate only the *Mean*.
6. Name the result as *forest\_stands\_2012\_results.shp* and save it in the *exercise\_data/forestry/results/* folder.
7. Finally select *Keep all records...*, so you can check later what stands did not get information.
8. Click *OK*.
9. Accept adding the new layer to your project when prompted.
10. Close the *Join attributes by location* tool.

Open the *Attribute table* for *forest\_stands\_2012\_results* and review the results you got. Note that a number of forest stands have NULL as the value for the calculations, those are the ones having no sample plots. Select them all and view them in the map, they are some of the smaller stands:

Lets calculate now the same averages for the whole forest as you did before, only this time you will use the averages you got for the stands as the bases for the calculation. Remember that in the previous situation, each sample plot represented a theoretical stand of 80x80 m. Now you have to consider the area of each of the stands individually instead. That way, again, the average values of the parameters that are in, for example, m3/ha for the volumes are converted to total volumes for the stands.







You need to first calculate the areas for the stands and then calculate total volumes and stem numbers for each of them:

1. In the *Attribute table* enable editing.
2. Open the *Field calculator*.
3. Create a new field called *area*.
4. Set the *Output field type* to *Decimal number (real)*.
5. Set the *Precision* to 2.
6. In the *Expression* box, write  $\$area / 10000$ . This will calculate the area of the forest stands in ha.
7. Click *OK*.

Now calculate a field with the total volumes and number of stems estimated for every stand:

1. Name the fields *s\_vol* and *s\_stem*.
2. The fields can be integer numbers or you can use real numbers also.
3. Use the expressions "*area*" \* "*MEANVol*" and "*area*" \* "*MEANStems*" for total volumes and total stems respectively.
4. Save the edits when you are finished.
5. Disable editing.

In the previous situation, the areas represented by every sample plot were the same, so it was enough to calculate the average of the sample plots. Now to calculate the estimates, you need to divide the sum of the stands volumes or number of stems by the sum of the areas of the stands containing information.

1. In the *Attribute table* for the *forest\_stands\_2012\_results* layer, select all the stands containing information.
2. Open *Vector*  *Analysis Tools*  *Basic statistics for fields*.
3. Select the *forest\_stands\_2012\_results* as the *Input layer*.
4. Select *area* as *Field to calculate statistics on*.
5. Check the *Selected features only*
6. Click *OK*.

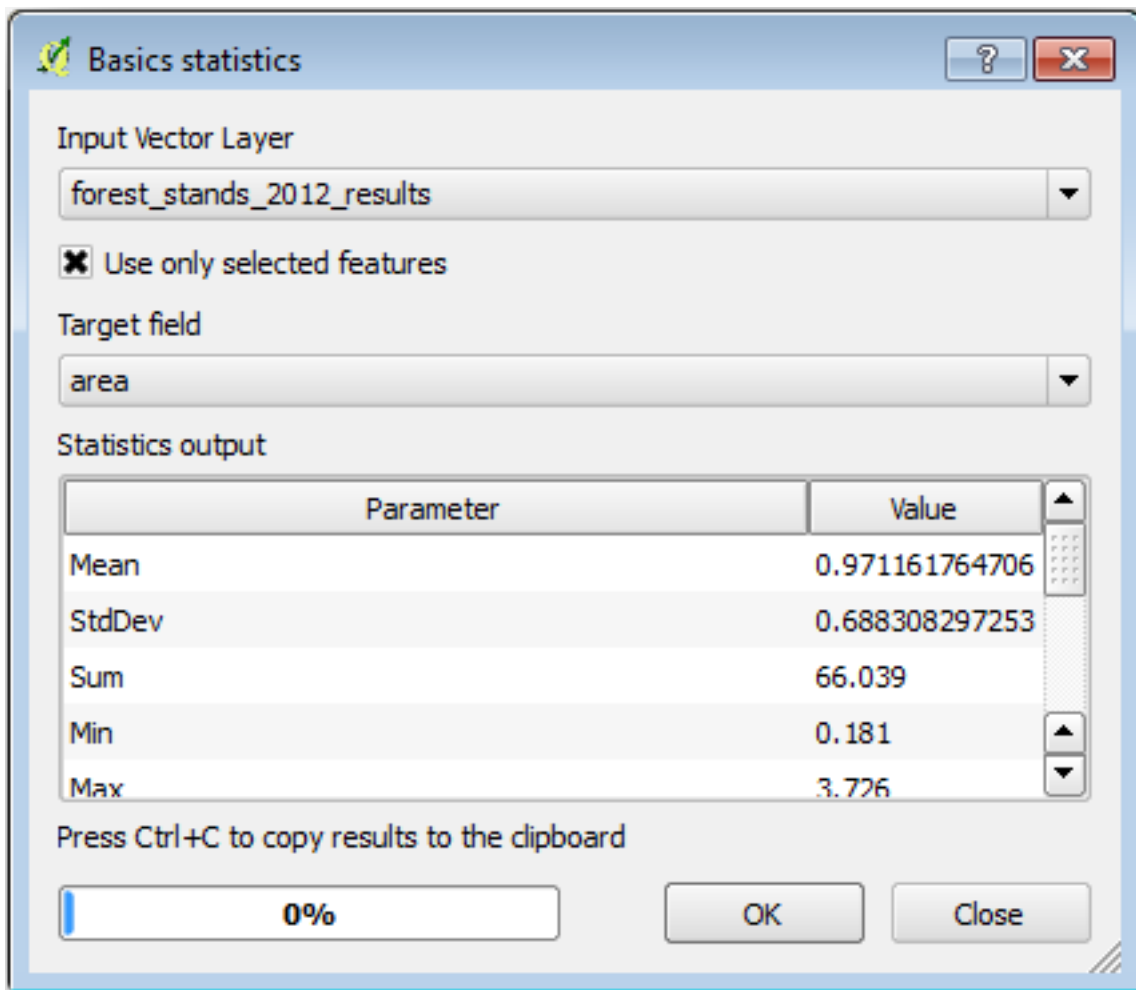
As you can see, the total sum of the stands' areas is 66.04 ha. Note that the area of the missing forest stands is only about 7 ha.

In the same way, you can calculate that the total volume for these stands is 8908 m<sup>3</sup>/ha and the total number of stems is 179594 stems.

Using the information from the forest stands, instead of directly using that from the sample plots, gives the following average estimates:

- 184.9 m<sup>3</sup>/ha and
- 2719 stems/ha.

Save your QGIS project, *forest\_inventory.qgs*.



## 14.7.4 In Conclusion

You managed to calculate forest estimates for the whole forest using the information from your systematic sample plots, first without considering the forest characteristics and also using the interpretation of the aerial image into forest stands. And you also got some valuable information about the particular stands, which could be used to plan the management of the forest in the coming years.

## 14.7.5 What's Next?

In the following lesson, you will first create a hillshade background from a LiDAR dataset which you will use to prepare a map presentation with the forest results you just calculated.

# 14.8 Lesson: DEM da dati LiDAR

Puoi migliorare l'aspetto delle tue mappe utilizzando diverse immagini di sfondo. Puoi utilizzare la mappa di base o l'immagine aerea che hai utilizzato prima, ma in alcune situazioni sarà meglio un raster di ombreggiatura del terreno.

Puoi usare LAStools per ricavare un DEM da un insieme di dati LiDAR e quindi creare un raster di ombreggiatura da utilizzare nella tua mappa.

**L'obiettivo di questa lezione:** Installa LAStools e costruisci un DEM da dati LiDAR e un raster di ombreggiatura.



## 14.8.1 Follow Along: Installare Lastools

Managing LiDAR data within QGIS is possible using the Processing framework and the algorithms provided by LAStools.

Puoi ottenere un modello digitale di elevazione (DEM) da una nuvola di punti LiDAR e quindi creare un raster di ombreggiatura che è visivamente più intuitivo per le presentazioni. Innanzitutto dovrai impostare lo strumento *Processing* per funzionare correttamente con LAStools:

- Se è aperto, chiudi QGIS.
- Un vecchio lidar plugin potrebbe essere installato di default nel tuo sistema nella cartella `C:/Program Files/QGIS Valmiera/apps/qgis/python/plugins/processing/`.
- Se disponi di una cartella denominata `lidar`, eliminala. Questo è valido per alcune installazioni di QGIS 2.2 e 2.4.
- Go to the `exercise_data\forestry\lidar\` folder, there you can find the file `QGIS_2_2_toolbox.zip`. Open it and extract the `lidar` folder to replace the one you just deleted.
- If you are using a different QGIS version, you can see more installation instructions in [this tutorial](#).

Now you need to install the LAStools to your computer. Get the newest *lastools* version [here](#) and extract the content of the `lastools.zip` file into a folder in your system, for example, `C:\lastools\`. The path to the `lastools` folder cannot have spaces or special characters.

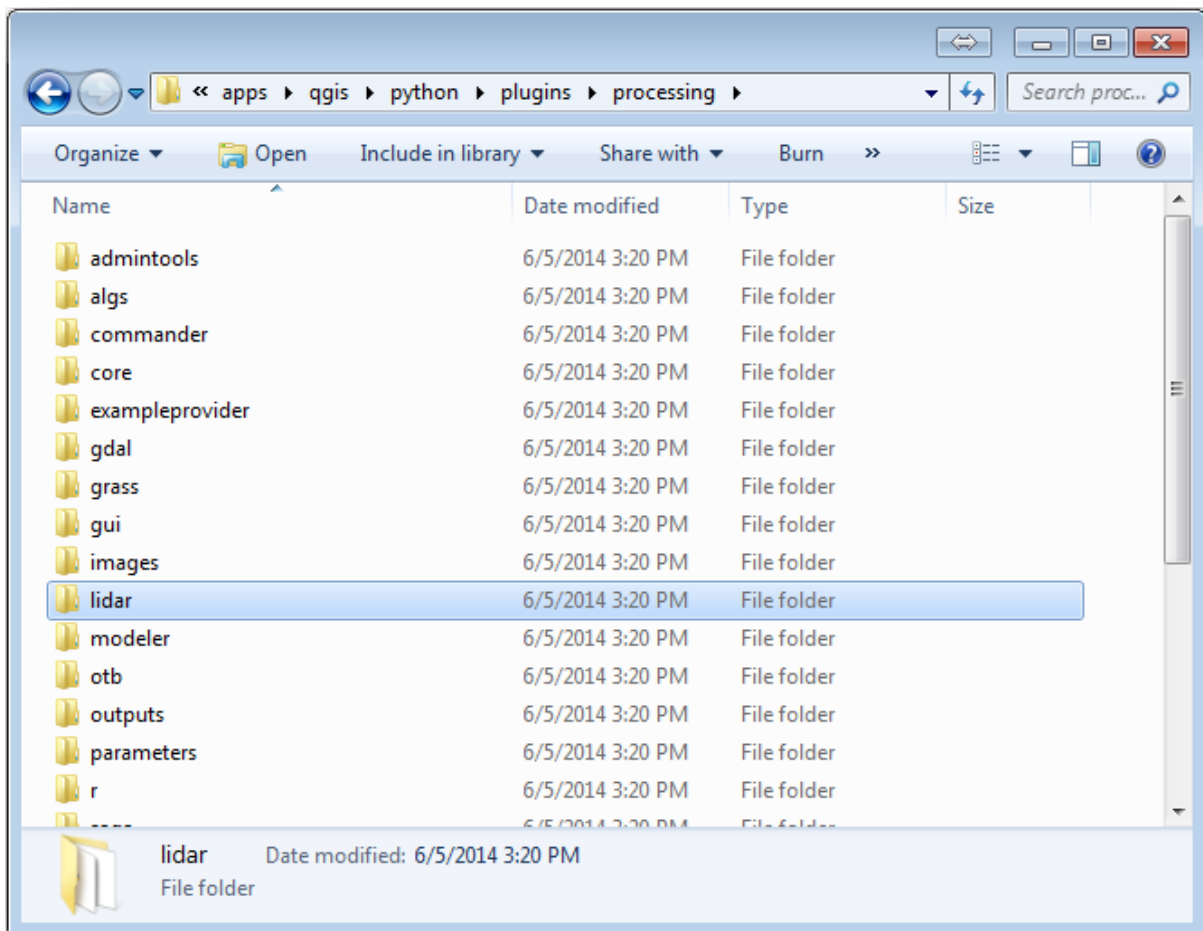
---

**Nota:** Leggi il file `LICENSE.txt` dentro la cartella `lastools`. Alcuni dei LAStools sono open source e altri sono closed source e richiedono di licenza per l'uso commerciale e governativo. Ai fini educativi o di valutazione puoi usare e provare LAStools quanto è necessario.

---

Il plugin e gli algoritmi sono ora installati nel tuo computer e quasi pronto per l'uso, è sufficiente impostare lo strumento *Processing* per iniziare a utilizzarli:


- Apri un nuovo progetto in QGIS
- Imposta SR del progetto come `ETRS89 / ETRS-TM35FIN`.

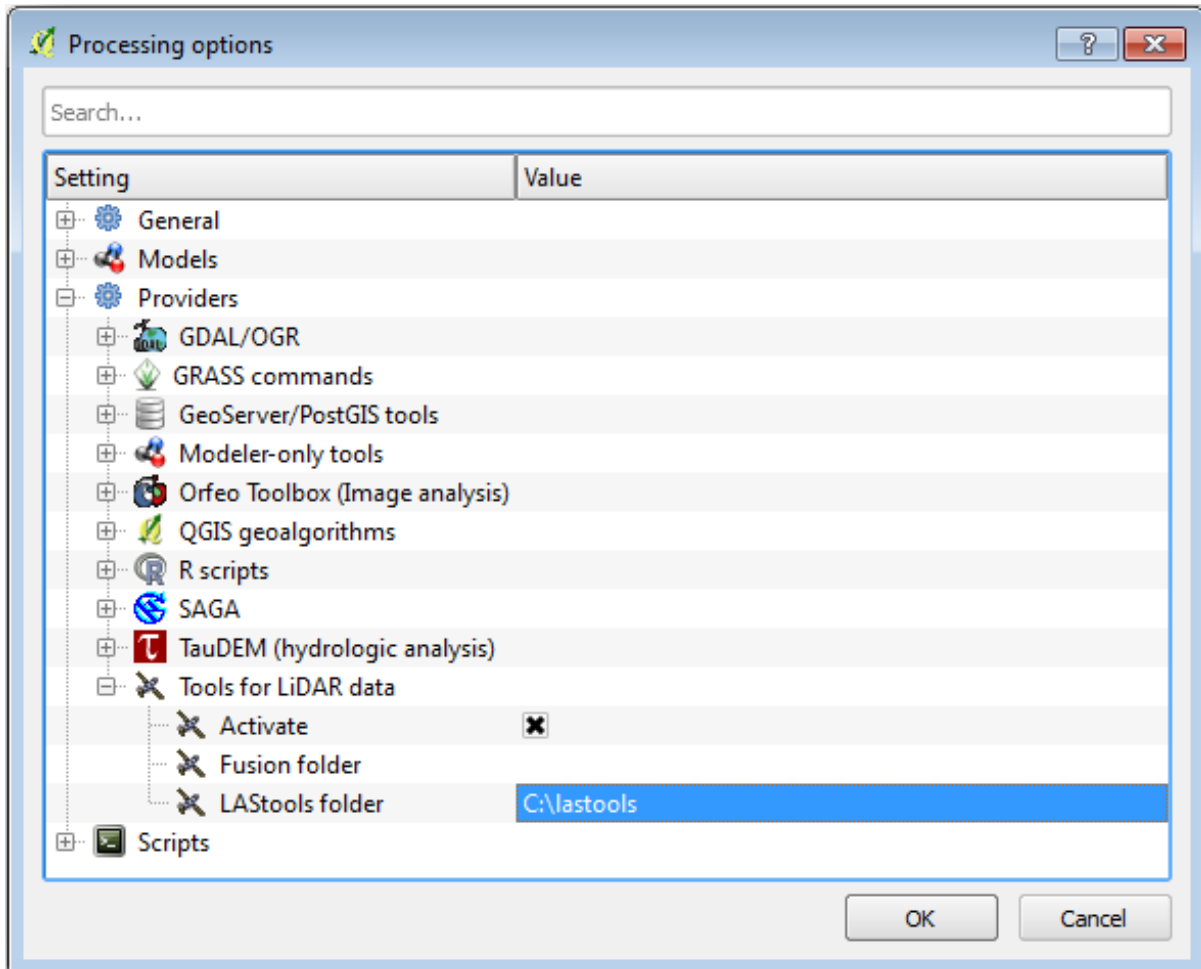




- Salva il progetto come `forest_lidar.qgs`.


Per configurare LAStools in QGIS

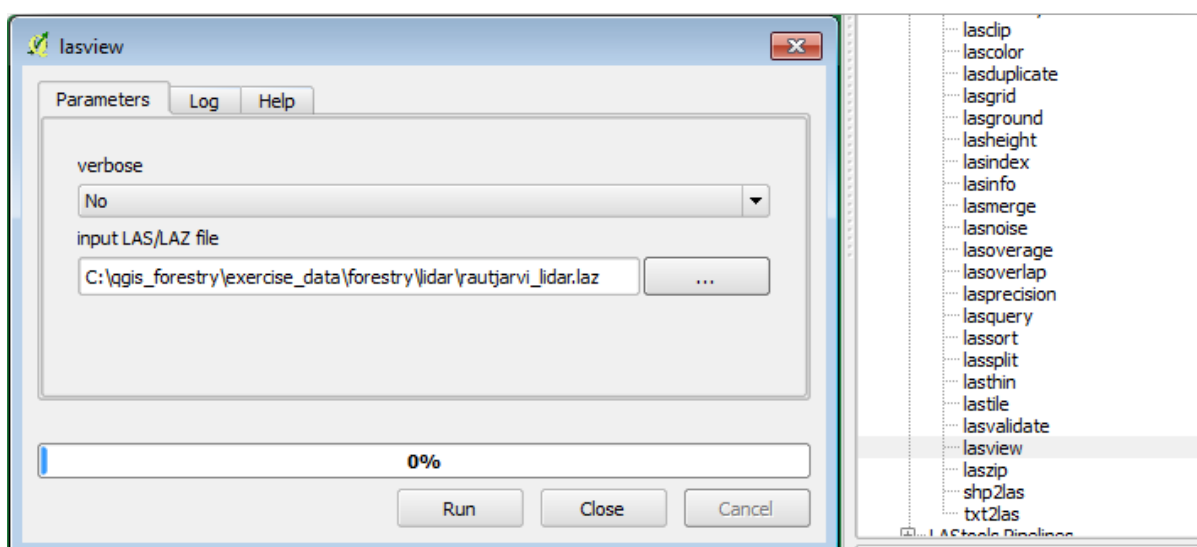
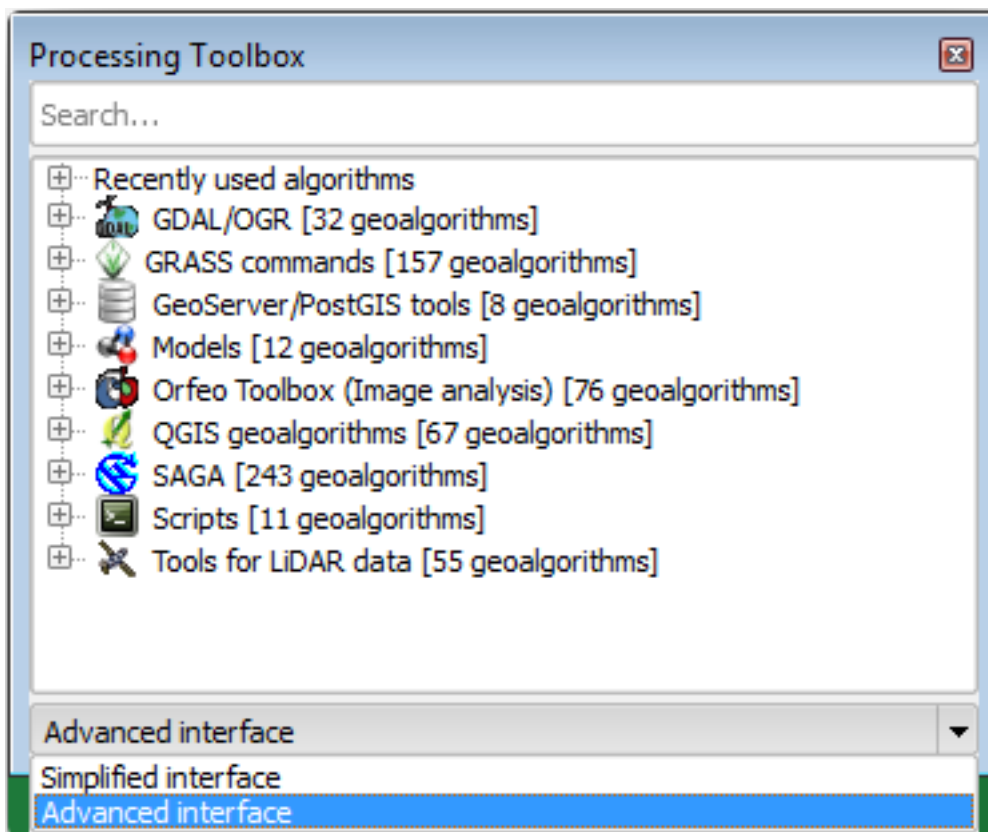
- Vai a *Processing*  *Opzioni...*
- Nella finestra *Opzioni di Processing* vai a *Programmi* e poi a `:guilabel:'Strumenti per i dati LiDAR`.
- Spunta *Attiva*.
- Per *cartella LAStools* scegli `c:\lastools\` (o la cartella dove hai estratto LAStools).



## 14.8.2 Follow Along: Costruire un DEM con LAStools

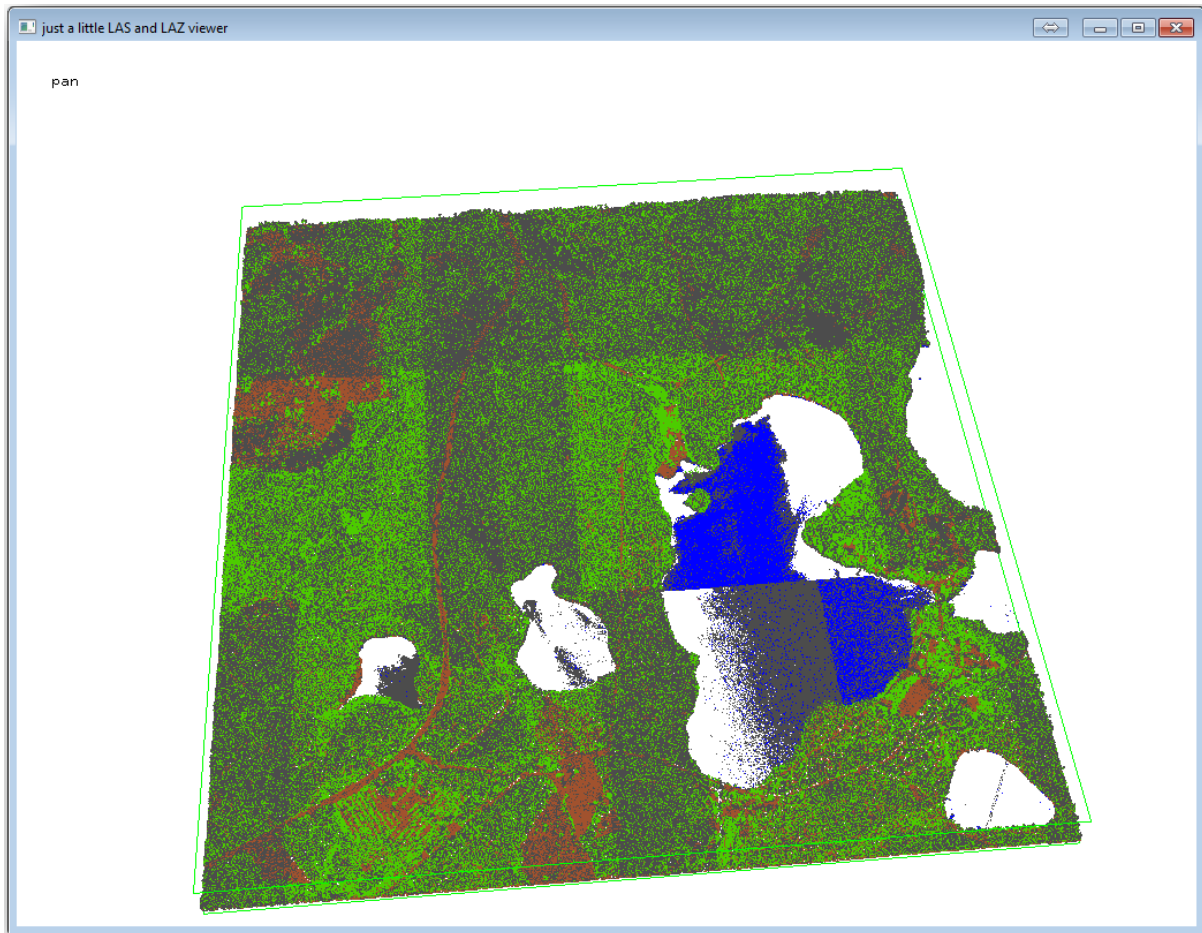
Hai già utilizzato lo strumento *Processing* in: `doc:\..\vector_analysis\spatial_statistics\` per eseguire algoritmi SAGA. Ora lo userai per eseguire programmi LAStools:

- Apri *Processing*  *Strumenti*.
- Nel menu a tendina in basso seleziona: *Advanced interface*.
- Dovresti vedere la categoria `:guilabel::Strumenti per dati LiDAR`
- Espandi per vedere gli strumenti a disposizione, e espandi anche la sottocategoria *LAStools* (il numero di algoritmi possono variare).
- Scorri fino a trovare l'algoritmo *lasview*, fai doppio clic su di esso per aprirlo.
- At *Input LAS/LAZ file*, browse to `exercise_data\forestry\lidar\` and select the `rautjarvi_lidar.laz` file.



- Click *Run*.

Ora puoi vedere i dati LiDAR nella finestra di dialogo *just a little LAS and LAZ viewer*.



Ci sono molte cose che puoi fare con questo visualizzatore, ma per ora puoi fare clic su di esso per muovere la nuvola di punti LiDAR.

**Nota:** If you want to know further details on how the LAsTools work, you can read the README text files about each of the tools, in the `C:\lastools\bin\` folder. Tutorials and other materials are available at the [Rapidlasso webpage](#).

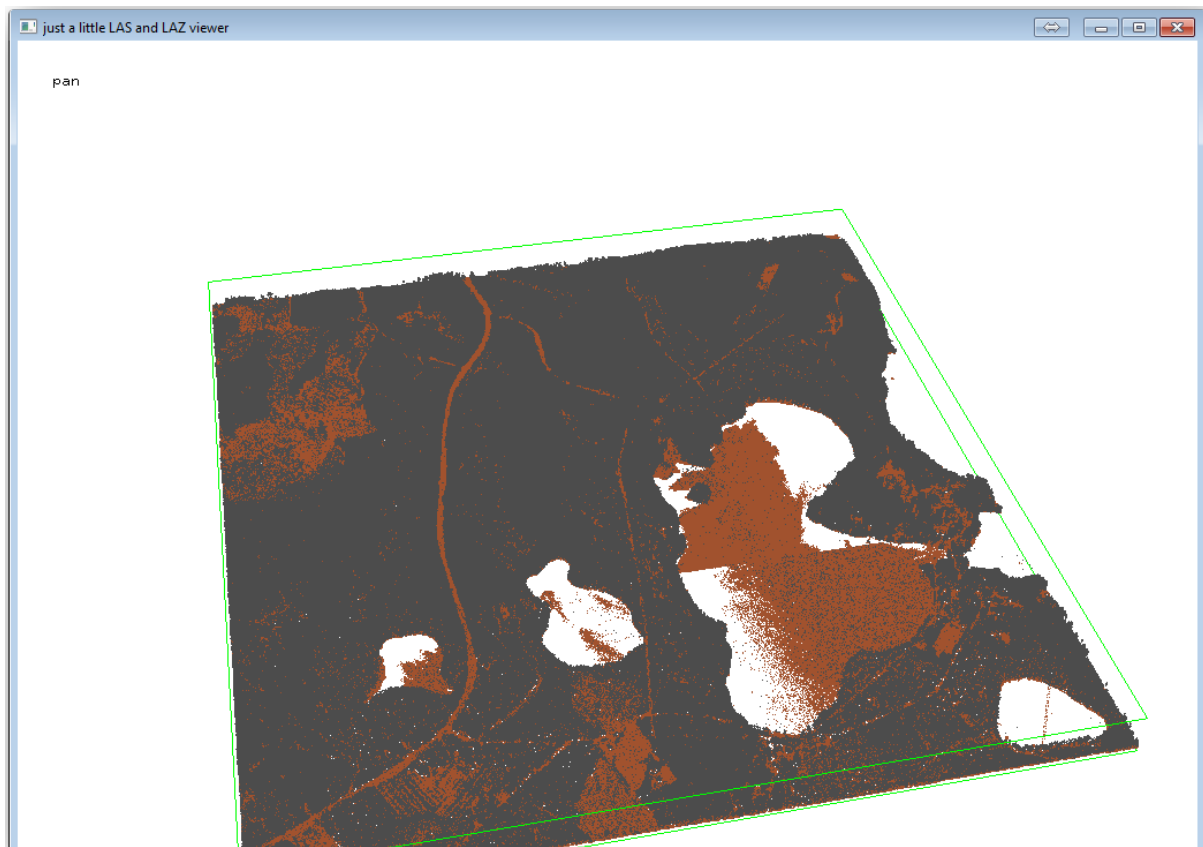
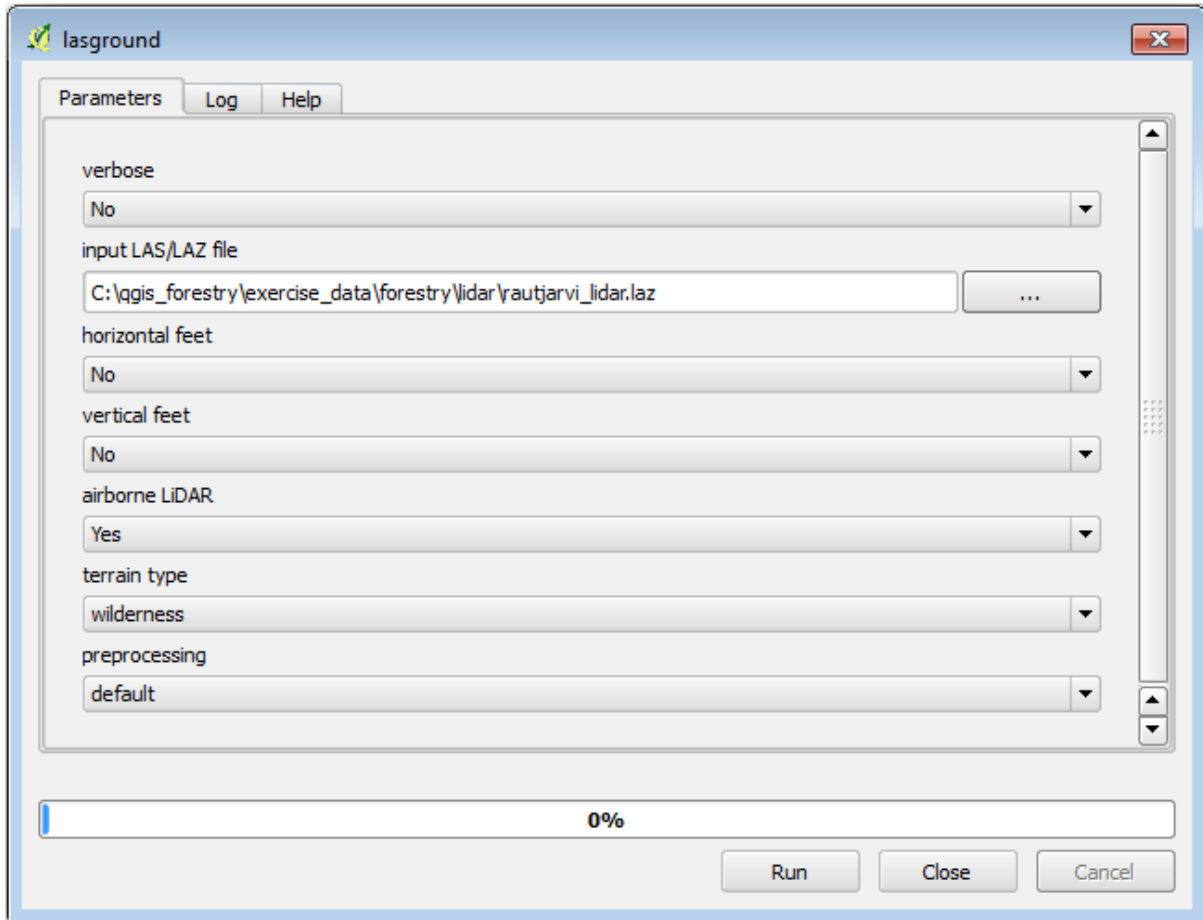
- Chiudi il visualizzatore quando hai finito.

Puoi creare un DEM con LAsTools in due fasi: la prima classifica la nuvola di punti in `ground` e `no ground` e la seconda calcola il DEM utilizzando solo i punti `ground`.

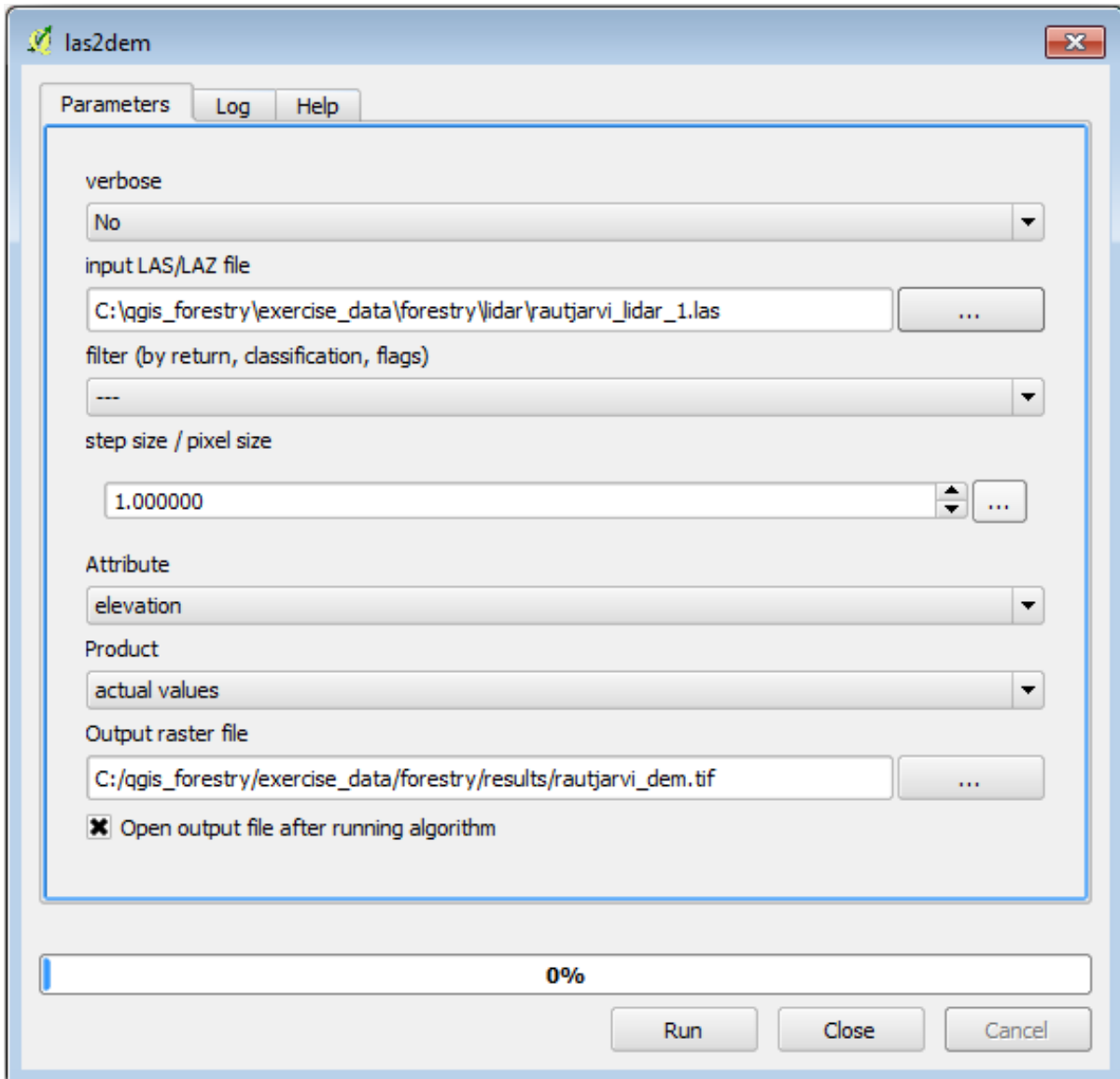
- Torna a *Strumenti di Processing*.
- Segna su *Cerca...* `lasground`.
- Fai doppio click per aprire la finestra *lasground tool* e compilala come nell'immagine:
- The output file is saved to the same folder where the `rautjarvi_lidar.laz` is located and it is named `rautjarvi_lidar_1.las`.

Puoi aprirlo con *lasview* per il controllo.

The brown points are the points classified as ground and the gray ones are the rest, you can click the letter `g` to visualize only the ground points or the letter `u` to see only the unclassified points. Click the letter `a` to see all the points again. Check the `lasview_README.txt` file for more commands. If you are interested, also this [tutorial](#) about editing LiDAR points manually will show you different operations within the viewer.



- Chiudi il visualizzatore.
- In *Strumenti di Processing*, cerca per `las2dem`.
- Apri la finestra `las2dem` tool e compiala come nell'immagine:



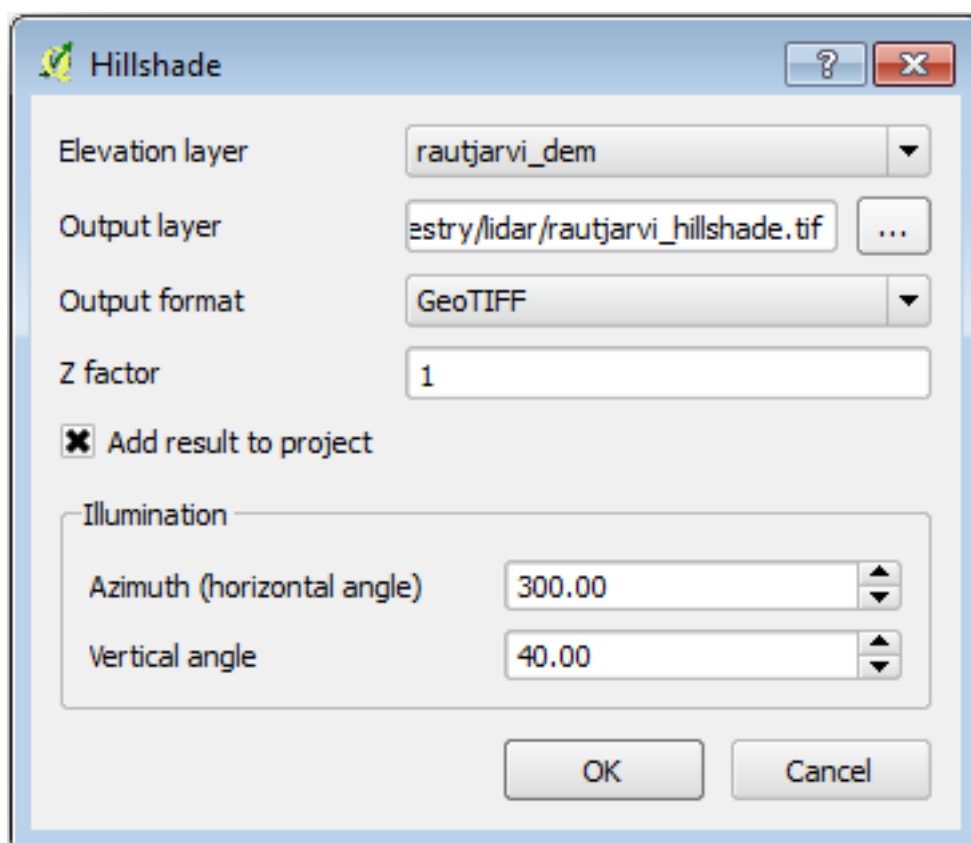
Il DEM che ne risulta è aggiunto alla mappa con il nome generico `Output raster file`.

**Nota:** I moduli `lasground` e `las2dem` tools richiedono la licenza. Puoi utilizzare lo strumento come indicato nel file di licenza e comunque puoi apprezzarne i risultati

### 14.8.3 Follow Along: Creare un'ombreggiatura del suolo

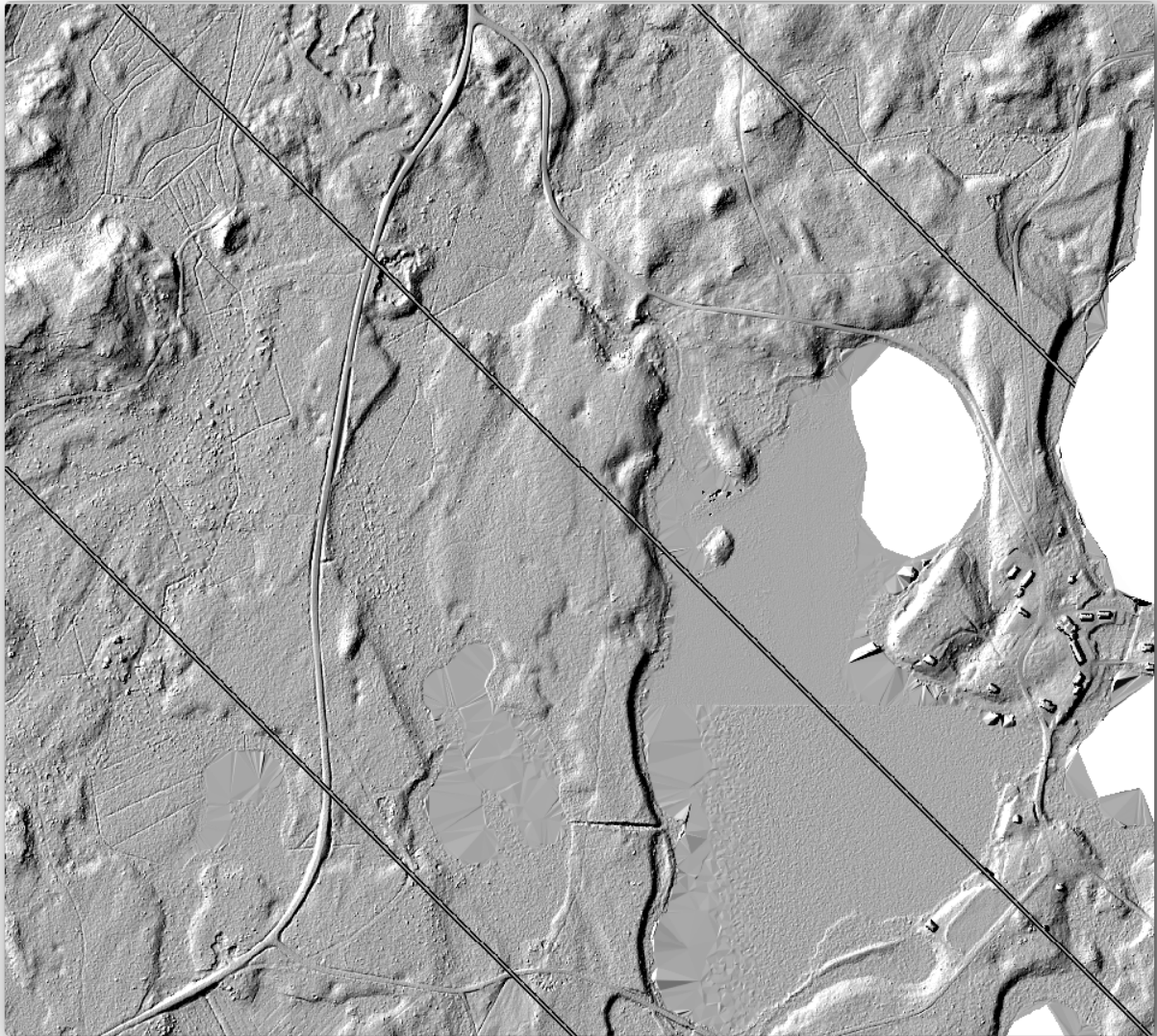
For visualization purposes, a hillshade generated from a DEM gives a better visualization of the terrain:

- Apri *Raster* > *Analisi* > *DEM (Analisi morfologica)*.
- As the *Output layer*, browse to `exercise_data\forestry\lidar\` and name the file `hillshade.tif`.
- Lascia gli altri parametri con le impostazioni predefinite.



- Scegli `ETRS89 / ETRS-TM35FIN` come SR quando richiesto.

Nonostante le linee diagonali che rimangono nel risultato di ombreggiamento del raster, puoi vedere un rilievo preciso della zona. Puoi anche vedere i diversi canali di scolo dei terreni che sono stati scavati nelle foreste.





### 14.8.4 In Conclusion

Using LiDAR data to get a DEM, specially in forested areas, gives good results with not much effort. You could also use ready LiDAR derived DEMs or other sources like the [SRTM 9m resolution DEMs](#). Either way, you can use them to create a hillshade raster to use in your map presentations.

### 14.8.5 What's Next?

Nella prossima e ultima lezione di questo modulo userai l'ombreggiamento raster e i risultati dell'inventario forestale per creare una mappa di presentazione dei risultati.

## 14.9 Lesson: Map Presentation

In the previous lessons you have imported an old forest inventor as a GIS project, updated it to the current situation, designed a forest inventory, created maps for the field work and calculated forest parameters from the field measurements.

It is often important to create maps with the results of a GIS project. A map presenting the results of the forest inventory will make it easier for anyone to have a good idea of what the results are in a quick glance, without looking at the specific numbers.

**The goal for this lesson:** Create a map to present the inventory results using a hillshade raster as background.

### 14.9.1 Follow Along: Preparing the Map Data

Open the QGIS project from the parameters calculations lesson, `forest_inventory.qgs`. Keep at least the following layers:


- `forest_stands_2012_results`.
- `basic_map`.
- `rautjarvi_aerial`.
- `lakes` (if you don't have it, add it from the `exercise_data\forestry\` folder).

You are going to present the average volumes of your forest stands in a map. If you open the *Attribute table* for the `forest_stands_2012_results` layer, you can see the NULL values for the stands without information. To be able to get also those stands into your symbology you should change the NULL values to, for example, `-999`, knowing that those negative numbers mean there is no data for those polygons.

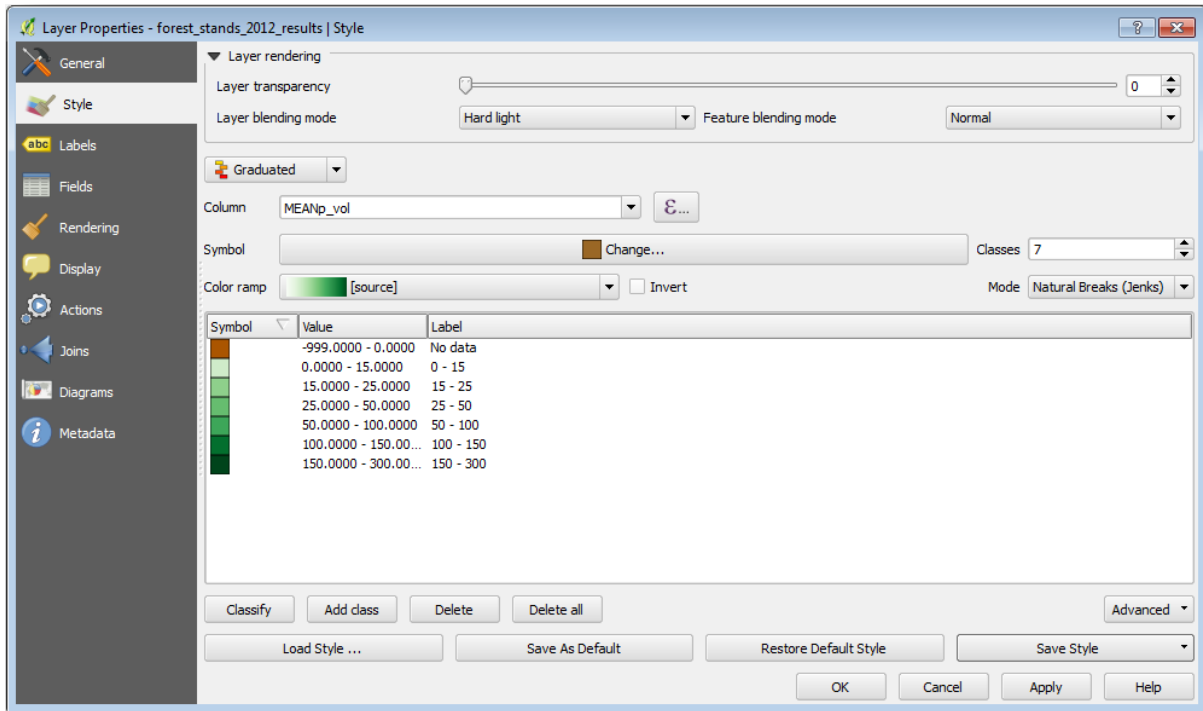
For the `forest_stands_2012_results` layer:

- Open the *Attribute table* and enable editing.
- Select the polygons with NULL values.
- Use the calculator to update the values of the `MEANV01` field to `-999` only for the selected features.
- Disable editing and save the changes.

Now you can use a saved style for this layer:

- Go to the *Symbology* tab.
- Click on *Style*  *Load Style...*
- Select the `forest_stands_2012_results.qml` from the `exercise_data\forestry\results\` folder.
- Click *OK*.





La tua mappa dovrebbe apparire come questa:

### 14.9.2 Try Yourself Try Different Blending Modes

The style you loaded:

is using the `Hard light` mode for the *Layer blending mode*. Note that the different modes apply different filters combining the underlying and overlying layers, in this case the hillshade raster and your forest stands are used. You can read about these modes in the User Guide.

Try with different modes and see the differences in your map. Then choose the one you like better for your final map.

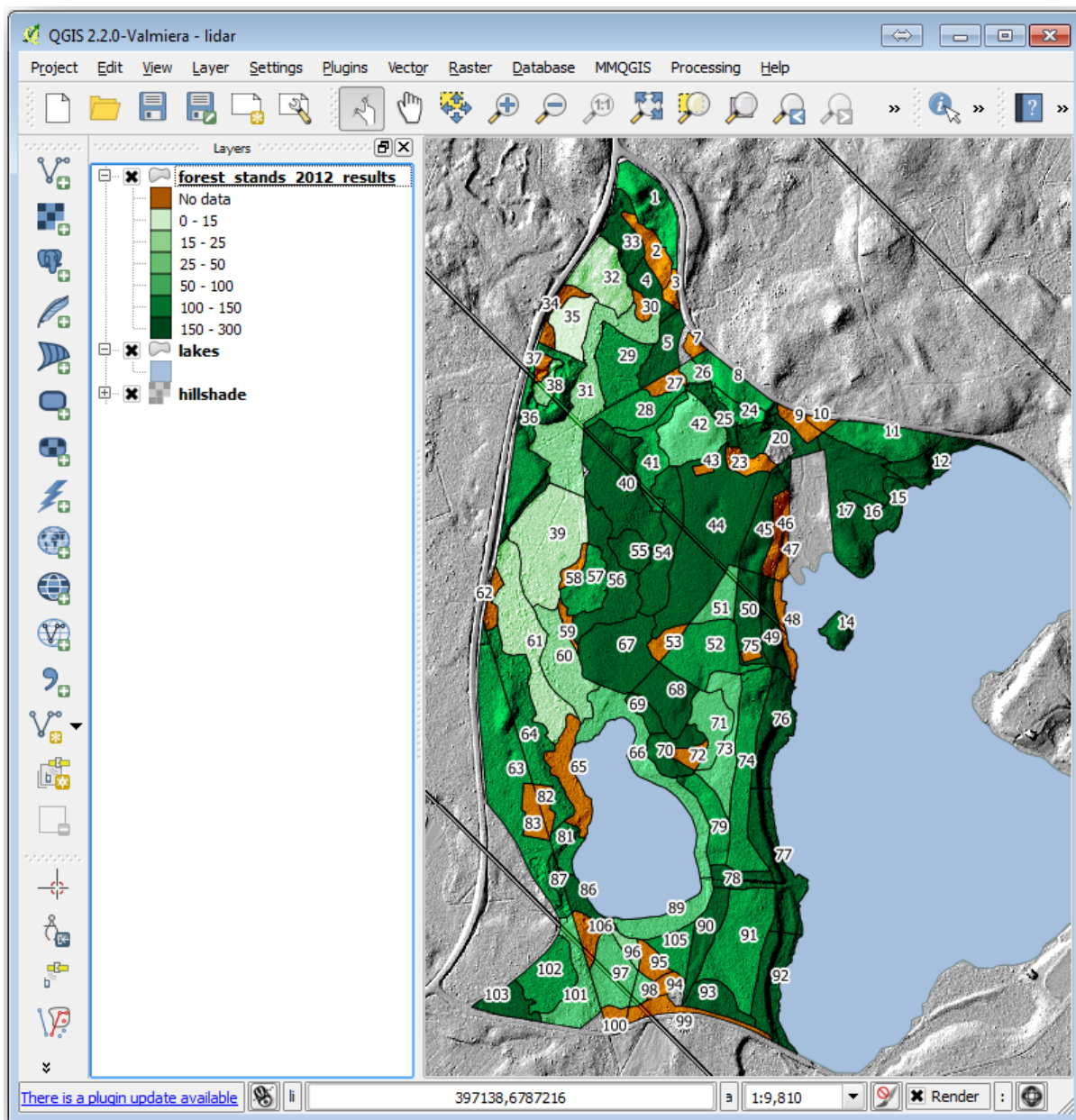
### 14.9.3 Try Yourself Using a Layout Template to Create the Map result

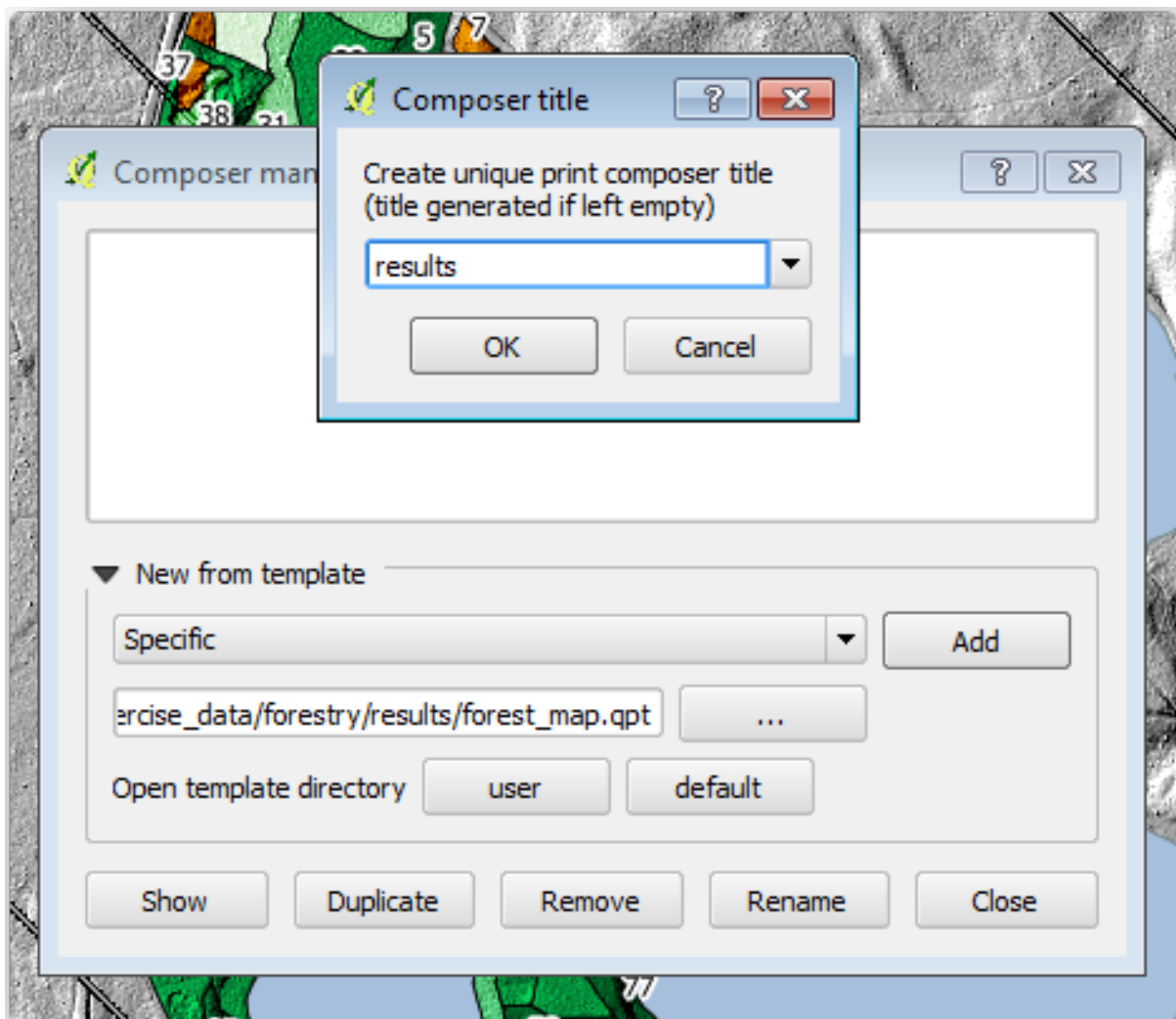
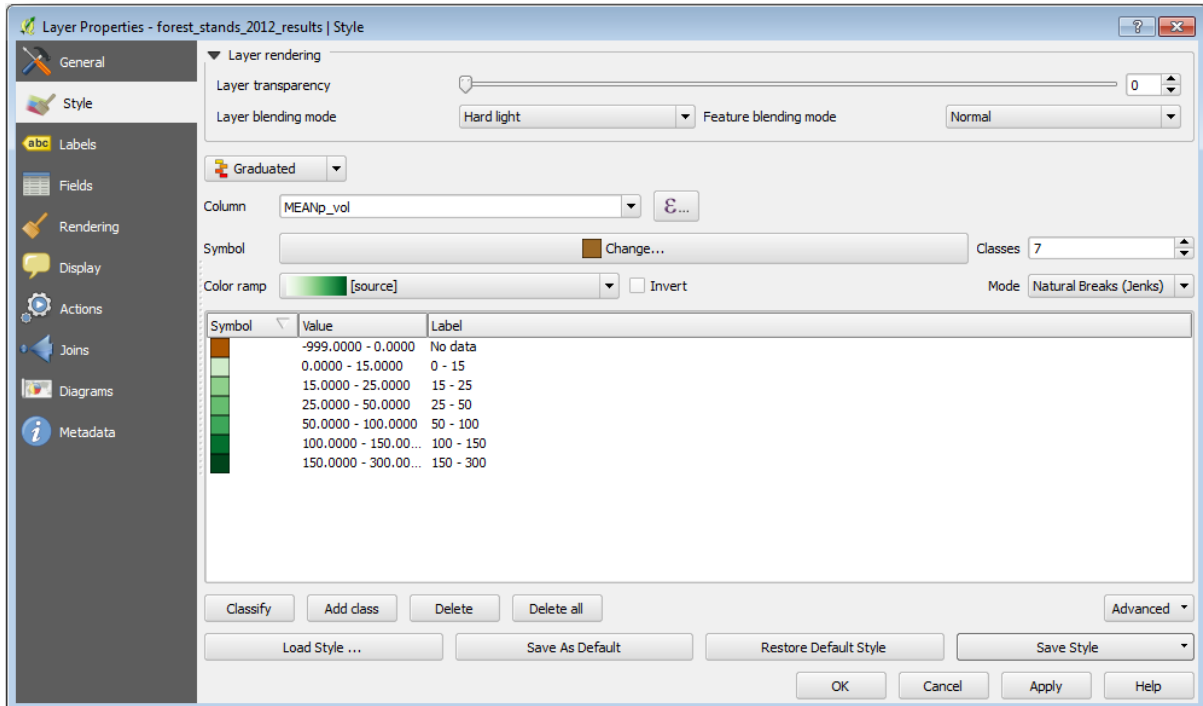
Use a template prepared in advanced to present the results. The template `forest_map.qpt` is located in the `exercise_data\forestry\results\` folder. Load it using the *Project > Layout Manager...* dialog.

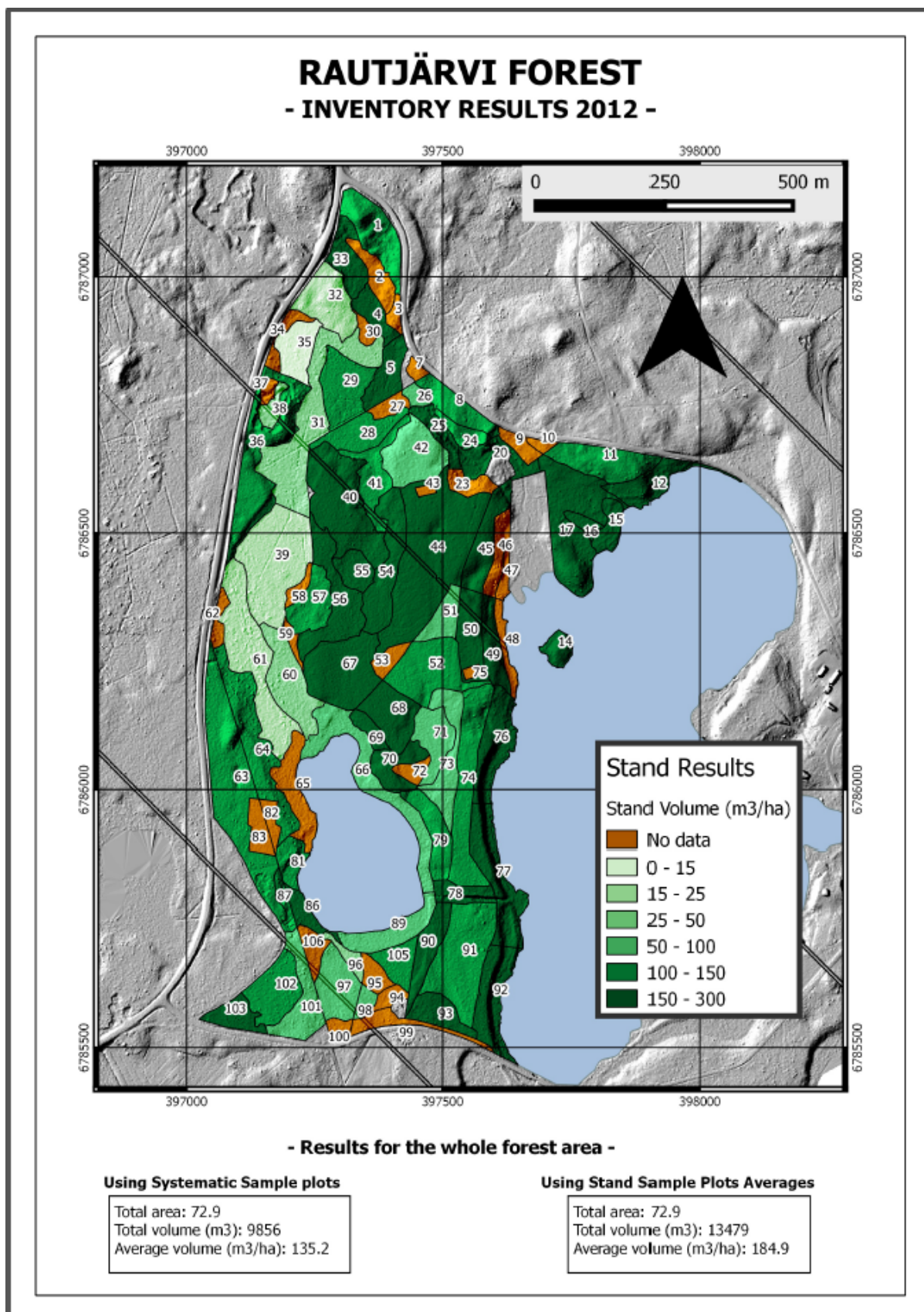
Open the print layout and edit the final map to get a result you are happy with.

The map template you are using will give a map similar to this one:

Save your QGIS project for future references.







### 14.9.4 In Conclusion

Through this module you have seen how a basic forest inventory can be planned and presented with QGIS. Many more forest analysis are possible with the variety of tools that you can access, but hopefully this manual has given you a good starting point to explore how you could achieve the specific results you need.





---

## Module: Nozioni sui database con PostgreSQL

---

I database relazionali sono una parte importante di qualsiasi sistema GIS. In questo modulo, imparerai i concetti relativi al sistema di gestione dei database relazionali (RDBMS) e userai PostgreSQL per creare un nuovo database per memorizzare i dati come per conoscere altre funzioni tipiche di RDBMS.

### 15.1 Lesson: Introduzione ai database

Prima di usare PostgreSQL, assicurati di conoscere la teoria generale dei database. Non avrai bisogno di inserire codice; è solo a scopo illustrativo.

**L'obiettivo di questa lezione:** Comprendere i concetti fondamentali dei database.

#### 15.1.1 Cos'è un database?

Un database consiste in una raccolta organizzata di dati per uno o più usi. - *Wikipedia*

Un sistema di gestione del database (DBMS) è costituito da un software che gestisce i database, fornendo spazio di archiviazione, accesso, sicurezza, backup e altri servizi. - *Wikipedia*

#### 15.1.2 Tabelle

Nei database relazionali e nei database di file flat, una tabella è un insieme di elementi di dati (valori) organizzati utilizzando un modello di colonne verticali (identificate dal loro nome) e righe orizzontali. Una tabella ha un numero specificato di colonne, ma può avere un numero qualsiasi di righe. Ogni riga è identificata dai valori che appaiono in un particolare sottoinsieme di colonne che è stato identificato come una chiave univoca. - *Wikipedia*

```
id | name | age
---+-----+---
 1 | Tim  |  20
 2 | Horst |  88
(2 rows)
```

Nei database SQL una tabella è anche nota come **relazione**.

### 15.1.3 Colonne / Campi

Una colonna è un insieme di valori di dati di un particolare tipo, uno per ogni riga della tabella. Le colonne forniscono la struttura in base alla quale sono composte le righe. Il termine campo viene spesso utilizzato in modo intercambiabile con colonna, anche se molti ritengono più corretto utilizzare campo (o valore del campo) per fare riferimento in modo specifico al singolo elemento esistente all'intersezione tra una riga e una colonna. - *Wikipedia*

Una colonna:

```
| name |
+-----+
| Tim  |
| Horst |
```

Un campo:

```
| Horst |
```

### 15.1.4 Record

Un record è l'informazione memorizzata in una riga della tabella. Ogni record avrà un campo per ciascuna delle colonne nella tabella.

```
2 | Horst | 88 <-- one record
```

### 15.1.5 Tipi di dati

Il tipo di dato limita il tipo di informazioni che possono essere archiviate in una colonna.

Ci sono diversi tipi di dato. Concentrati sui più comuni:

- Stringa - per memorizzare dati di testo
- Intero - per memorizzare numeri interi
- Reale - per memorizzare i numeri decimali
- Date - per memorizzare i compleanni
- Booleano - per memorizzare i valori di vero/falso

Puoi dire al database di permetterti di non memorizzare nulla in un campo. Se non c'è nulla in un campo, allora il contenuto del campo viene definito come un valore **valore "null"**:

```
insert into person (age) values (40);
select * from person;
```

Risultato:

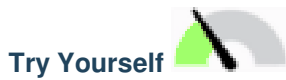
```
id | name | age
---+-----+-----
1 | Tim  | 20
2 | Horst | 88
4 |      | 40 <-- null for name
(3 rows)
```

Ci sono molti altri tipi di dati che puoi usare - controlla il manuale di PostgreSQL <<https://www.postgresql.org/docs/current/datatype.html>> -



## 15.1.6 Creazione di un database di indirizzi

Usa un semplice caso di studio per vedere come viene costruito un database. Vuoi creare un database di indirizzi.



Try Yourself

Annota le proprietà che costituiscono un indirizzo semplice e che memorizzerai nel database.

*Verifica i tuoi risultati*

### Struttura indirizzi

Le proprietà di ogni indirizzo sono espresse nelle colonne. Il tipo di informazioni memorizzate in ogni colonna è il suo tipo di dati. Nella prossima sezione analizzerai la nostra tabella degli indirizzi concettuali per vedere come migliorarla

## 15.1.7 Teoria dei database

Il processo di creazione di un database comporta la creazione di un modello del mondo reale; prendi concetti del mondo reale e rappresentali nel database come entità.

## 15.1.8 Normalizzazione

Una delle idee principali in un database è di evitare la duplicazione / ridondanza dei dati. Il processo di rimozione della ridondanza da un database è chiamato Normalizzazione.

La normalizzazione è un modo sistematico per garantire che una struttura di database sia adatta per l'interrogazione e priva di determinati e indesiderabili caratteristiche - inserimento, aggiornamento e anomalia di cancellazione - che potrebbero portare a una perdita dell'integrità dei dati. - *Wikipedia*

Esistono diversi tipi di "moduli" di normalizzazione.

Guarda un semplice esempio:

```
Table "public.people"
Column | Type | Modifiers
-----+-----+-----
id | integer | not null default
 | | nextval('people_id_seq'::regclass)
name | character varying(50) |
address | character varying(200) | not null
phone_no | character varying |
Indexes:
"people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
```

```
select * from people;

id | name | address | phone_no
---+---+---+---
1 | Tim Sutton | 3 Buirski Plein, Swellendam | 071 123 123
2 | Horst Duester | 4 Avenue du Roix, Geneva | 072 121 122
(2 rows)
```

Immagina di avere molti amici con lo stesso nome di via o città. Ogni volta che questi dati vengono duplicati, viene consumato spazio. Peggio ancora, se il nome di una città cambia, devi fare un sacco di lavoro per aggiornare il tuo database.

## 15.1.9 Try Yourself

Ridisegnare la tabella sopra per ridurre la duplicazione e normalizzare la struttura dei dati.

Puoi leggere di più sulla normalizzazione del database *qui* <[https://en.wikipedia.org/wiki/Database\\_normalization](https://en.wikipedia.org/wiki/Database_normalization)> \_

*Verifica i tuoi risultati*

### 15.1.10 Indici

Un indice di database è una struttura di dati che migliora la velocità delle operazioni di recupero dei dati su una tabella di database. - *Wikipedia*

Immagina di leggere un libro di testo e di cercare la spiegazione di un concetto - e il libro di testo non ha indice! Dovrai iniziare a leggere dall'inizio e farti strada attraverso l'intero libro fino a trovare le informazioni di cui hai bisogno. L'indice sul retro di un libro ti aiuta a saltare rapidamente alla pagina con le informazioni pertinenti:

```
create index person_name_idx on people (name);
```

Ora le ricerche sul nome saranno più veloci:

```
Table "public.people"
Column | Type | Modifiers
-----+-----+-----
id | integer | not null default
 | | nextval('people_id_seq'::regclass)
name | character varying(50) |
address | character varying(200) | not null
phone_no | character varying |
Indexes:
"people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
"person_name_idx" btree (name)
```

### 15.1.11 Sequenze

Una sequenza è un generatore di numeri univoco. Viene normalmente utilizzato per creare un identificativo univoco per una colonna in una tabella.

In questo esempio, id è una sequenza: il numero viene incrementato ogni volta che un record viene aggiunto alla tabella:

| id | name         | address                     | phone_no    |
|----|--------------|-----------------------------|-------------|
| 1  | Tim Sutton   | 3 Buirski Plein, Swellendam | 071 123 123 |
| 2  | Horst Duster | 4 Avenue du Roix, Geneva    | 072 121 122 |

### 15.1.12 Diagramma Entità Relazione

In un database normalizzato, in genere si hanno molte relazioni (tabelle). Il diagramma entità-relazione (diagramma ER) viene utilizzato per progettare le dipendenze logiche tra le relazioni. Considera la tabella delle persone non normalizzate di prima nella lezione:

```
select * from people;
```

| id | name         | address                     | phone_no    |
|----|--------------|-----------------------------|-------------|
| 1  | Tim Sutton   | 3 Buirski Plein, Swellendam | 071 123 123 |
| 2  | Horst Duster | 4 Avenue du Roix, Geneva    | 072 121 122 |

(2 rows)

Con un piccolo lavoro puoi dividerlo in due tabelle, eliminando la necessità di ripetere il nome della via per le persone che vivono nella stessa strada:

```
select * from streets;
```

| id | name         |
|----|--------------|
| 1  | Plein Street |

(1 row)

e:

```
select * from people;
```

| id | name         | house_no | street_id | phone_no    |
|----|--------------|----------|-----------|-------------|
| 1  | Horst Duster | 4        | 1         | 072 121 122 |

(1 row)

Puoi quindi collegare le due tabelle usando le “chiavi” `streets.id` e `people.streets_id`.

Se disegnassi un diagramma ER per questi due tabelle, sarebbe simile a questo:



Il diagramma ER ti aiuta ad esprimere relazioni “da uno a molti”. In questo caso il simbolo della freccia indica che una strada può avere molte persone che vivono su di essa.

#### Try Yourself

Il nostro modello di “people” ha ancora alcuni problemi di normalizzazione: prova a vedere se puoi normalizzarlo ulteriormente e mostrarlo per mezzo di un diagramma ER.

*Verifica i tuoi risultati*

### 15.1.13 Vincoli, chiavi primarie e chiavi esterne

Puoi usare un vincolo di database per garantire che i dati in una relazione corrispondano a come tali dati devono essere memorizzati. Ad esempio un vincolo sul tuo codice postale potrebbe garantire che il numero sia tra 1000 e 9999.

Una chiave primaria è uno o più valori di campo che rendono un record univoco. Di solito la chiave primaria è chiamata id ed è una sequenza.

Una chiave esterna viene utilizzata per fare riferimento a un record univoco su un'altra tabella (utilizzando la chiave primaria di quell'altra tabella).

Nel diagramma ER, il collegamento tra tabelle è normalmente basato su chiavi esterne che si collegano a chiavi primarie.

Se guardiamo all'esempio people, la definizione della tabella mostra che la colonna stradale è una chiave esterna che fa riferimento alla chiave primaria nella tabella streets:

```

Table "public.people"
Column      |      Type      | Modifiers
-----+-----+-----
id          | integer        | not null default
           |                | nextval('people_id_seq'::regclass)
name       | character varying(50) |
house_no   | integer        | not null
street_id  | integer        | not null
phone_no   | character varying |
Indexes:
"people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
Foreign-key constraints:
"people_street_id_fkey" FOREIGN KEY (street_id) REFERENCES streets(id)
    
```

### 15.1.14 Transazioni

Quando aggiungi, modifichi o elimini dati in un database, è sempre importante che il database sia lasciato in buono stato. La maggior parte dei database fornisce una funzionalità chiamata supporto per le transazioni. Le transazioni consentono di creare una posizione di rollback a cui è possibile tornare se le modifiche al database non sono state eseguite come pianificato.

Fai uno scenario in cui hai un sistema di contabilità. Devi trasferire fondi da un account e aggiungerli a un altro. La sequenza di passaggi sarebbe come questa:

- remove R20 from Joe
- add R20 to Anne

Se qualcosa andasse storto durante il processo (ad esempio un'interruzione dell'alimentazione), la transazione verrà ripristinata.

### 15.1.15 In Conclusion

I database ti consentono di gestire i dati in modo strutturato utilizzando semplici strutture di codice.

### 15.1.16 What's Next?

Ora che hai visto come i database funzionano in teoria, crea un nuovo database per implementare la teoria trattata.

## 15.2 Lesson: Realizzazione del modello di dati

Ora dopo aver trattato tutta la teoria, crea un nuovo database. Questo database verrà utilizzato per gli esercizi delle lezioni che seguiranno.

**L'obiettivo di questa lezione:** Installare il software richiesto e utilizzarlo per realizzare il database di esempio.

### 15.2.1 Installa PostgreSQL

**Nota:** Anche se fuori dalla scopo di questo manuale, gli utenti Mac possono installare PostgreSQL usando [Homebrew](#). Gli utenti Windows possono usare l'[installatore grafico](#). Nota che la documentazione presume si stia usando QGIS in Ubuntu.

Sotto Ubuntu:

```
sudo apt install postgresql-9.1
```

Dovresti avere un messaggio come questo:

```
[sudo] password for qgis:
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
postgresql-client-9.1 postgresql-client-common postgresql-common
Suggested packages:
oidentd ident-server postgresql-doc-9.1
The following NEW packages will be installed:
postgresql-9.1 postgresql-client-9.1 postgresql-client-common postgresql-common
0 upgraded, 4 newly installed, 0 to remove and 5 not upgraded.
Need to get 5,012kB of archives.
After this operation, 19.0MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]?
```

Premi `S` e `Enter` e aspetta la fine dell'installazione.

### 15.2.2 Guida

PostgreSQL ha un'ottima documentazione [online](#).

### 15.2.3 Crea un utente del database

Sotto Ubuntu:

Al termine dell'installazione, esegui questo comando per diventare utente postgres e quindi creare un nuovo utente del database:

```
sudo su - postgres
```

Digita la normale password di accesso quando richiesto (è necessario disporre dei diritti sudo).

Ora, al prompt di bash dell'utente postgres, crea l'utente del database. Assicurati che il nome utente corrisponda al tuo nome utente unix: renderà la tua vita molto più semplice, poiché postgres ti autenticherà automaticamente quando avrai effettuato l'accesso come tale utente:

```
createuser -d -E -i -l -P -r -s qgis
```

Immetti una password quando richiesto. È necessario utilizzare una password diversa per la password di accesso.

Cosa significano queste opzioni?

```
-d, --createdb      role can create new databases
-E, --encrypted    encrypt stored password
-i, --inherit      role inherits privileges of roles it is a member of (default)
-l, --login        role can login (default)
-P, --pwprompt     assign a password to new role
-r, --createrole   role can create new roles
-s, --superuser    role will be superuser
```

Ora dovresti lasciare l'ambiente shell bash dell'utente postgres digitando:

```
exit
```

### 15.2.4 Verifica il nuovo account

```
psql -l
```

Dovrebbe restituire qualcosa del genere:

| Name      | Owner    | Encoding | Collation  | Ctype      |
|-----------|----------|----------|------------|------------|
| postgres  | postgres | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 |
| template0 | postgres | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 |
| template1 | postgres | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 |

(3 rows)

Premi Q per uscire.

### 15.2.5 Crea un database

Puoi usare il comando ``createdb`` per creare un nuovo database. Dovrebbe essere eseguito dal prompt della shell bash:

```
createdb address -O qgis
```

Puoi verificare l'esistenza del nuovo database utilizzando questo comando:

```
psql -l
```

Che dovrebbe tornare qualcosa di simile:

| Name                   | Owner    | Encoding | Collation  | Ctype      | Access privileges |
|------------------------|----------|----------|------------|------------|-------------------|
| address                | qgis     | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 |                   |
| postgres               | postgres | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 |                   |
| template0              | postgres | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 | =c/postgres:~     |
| ↳postgres=CtC/postgres |          |          |            |            |                   |
| template1              | postgres | UTF8     | en_ZA.utf8 | en_ZA.utf8 | =c/postgres:~     |
| ↳postgres=CtC/postgres |          |          |            |            |                   |
| (4 rows)               |          |          |            |            |                   |

Premi Q per uscire.

## 15.2.6 Avvio di una sessione shell del database

Puoi connetterti facilmente al tuo database in questo modo:

```
psql address
```

Per uscire dalla shell del database psql, digita:

```
\q
```

Per informazioni sull'utilizzo della shell, digita:

```
\?
```

Per informazioni sull'utilizzo dei comandi SQL, digita:

```
\help
```

Per ottenere aiuto su un comando specifico, digita (ad esempio):

```
\help create table
```

Vedi anche il [Psql cheat sheet](#).

## 15.2.7 Crea tabelle in SQL

Inizia a fare alcune tabelle! Usa il diagramma ER come guida. Innanzitutto, connettiti al database address:

```
psql address
```

Then create a streets table:

```
create table streets (id serial not null primary key, name varchar(50));
```

serial e varchar sono **tipi di dato**. serial dice a PostgreSQL di iniziare una sequenza di interi (autoincrementale) automaticamente su id per ogni nuovo record. varchar(50) dice a PostgreSQL di creare un campo di testo lungo 50 caratteri.

Noterai che il comando termina con un ; - tutti i comandi SQL dovrebbero essere terminati in questo modo. Quando premi Enter, psql Invio, psql riporterà qualcosa del genere:

```
NOTICE: CREATE TABLE will create implicit sequence "streets_id_seq"
        for serial column "streets.id"
NOTICE: CREATE TABLE / PRIMARY KEY will create implicit index
        "streets_pkey" for table "streets"
CREATE TABLE
```

Ciò significa che la tua tabella è stata creata correttamente, con una chiave primaria `streets_pkey` usando `streets.id`.

Nota: se non inserisci un `;`, otterrai una richiesta come questa: `address-#`. Questo perché PG si aspetta che tu inserisca altro. Inserisci `;` per eseguire il tuo comando.

Per vedere lo schema della tabella:

```
\d streets
```

Dovrebbe mostrarti qualcosa di simile:

```
Table "public.streets"
Column |          Type          |          Modifiers
-----+-----+-----
id     | integer                | not null default
      |                        | nextval('streets_id_seq'::regclass)
name   | character varying(50) |
Indexes:
 "streets_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
```

Per vedere il contenuto della tabella:

```
select * from streets;
```

Dovrebbe mostrarti qualcosa di simile:

```
id | name
---+-----
(0 rows)
```

Come puoi vedere, la tabella è attualmente vuota

### Try Yourself

Usa l'approccio mostrato sopra per creare una tabella chiamata `people`:

Aggiungi campi come numero di telefono, indirizzo di casa, nome, ecc. (Questi non sono tutti nomi validi: cambiali per renderli validi). Assicurati di dare alla tabella una colonna ID con lo stesso tipo di dati di cui sopra.

*Verifica i risultati*

## 15.2.8 Crea chiavi in SQL

Il problema ora è che il database non sa che `people` e `streets` hanno una relazione logica. Per esprimere questa relazione, dobbiamo definire una chiave esterna che punta alla chiave primaria della tabella `streets`.



Puoi farlo in due modi:

- Add the key after the table has been created
- Define the key at time of table creation

La tabella è già stata creata, quindi fallo nel primo modo:



```
alter table people
  add constraint people_streets_fk foreign key (street_id) references streets(id);
```

Questo indica alla tabella people che il campo street\_id deve corrispondere a id della tabella streets.

Il modo più usuale per creare una relazione è farlo quando crei la tabella:

```
create table people (id serial not null primary key,
                    name varchar(50),
                    house_no int not null,
                    street_id int references streets(id) not null,
                    phone_no varchar null);

\d people
```

Dopo aggiunto il vincolo lo schema della tabella appare ora così:

```
Table "public.people"
  Column | Type | Modifiers
-----+-----+-----
 id      | integer | not null default nextval('people_id_seq'::regclass)
 name    | character varying(50) |
 house_no | integer | not null
 street_id | integer | not null
 phone_no | character varying |
Indexes:
 "people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
Foreign-key constraints:
 "people_streets_fk" FOREIGN KEY (id) REFERENCES streets(id)
```

### 15.2.9 Crea indici in SQL

Vuoi ricerche veloci sui nomi delle persone. Per fare ciò, puoi creare un indice sulla colonna del nome della nostra tabella people:

```
create index people_name_idx on people(name);

\d people
```

Che risulta:

```
Table "public.people"
  Column | Type | Modifiers
-----+-----+-----
 id      | integer | not null default nextval
         |         | ('people_id_seq'::regclass)
 name    | character varying(50) |
 house_no | integer | not null
 street_id | integer | not null
 phone_no | character varying |
Indexes:
 "people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
 "people_name_idx" btree (name) <-- new index added!
Foreign-key constraints:
 "people_streets_fk" FOREIGN KEY (id) REFERENCES streets(id)
```

### 15.2.10 Elimina tabelle in SQL

Se vuoi sbarazzarti di una tabella puoi usare il comando `drop`:

```
drop table streets;
```

---

**Nota:** Nell'esempio corrente il comando sopra non funzionerebbe. Perché *Vedi perché*

---

Se hai usato lo stesso comando `drop table` sulla tabella *people*, sarebbe riuscito:

```
drop table people;
```

---

**Nota:** Se hai inserito quel comando ed eliminato la tabella *people*, ora sarebbe il momento giusto per ricostruirlo, poiché ne avrai bisogno nei prossimi esercizi.

---

### 15.2.11 Una parola su pgAdmin III

Ti mostriamo i comandi SQL dal prompt di `psql` perché è un modo molto utile per conoscere i database. Tuttavia, ci sono modi più rapidi e semplici per fare molto di quello che ti stiamo mostrando. Installa pgAdmin III e puoi creare, eliminare, modificare le tabelle etc usando le operazioni in una GUI.

Sotto Ubuntu, puoi installarlo così:

```
sudo apt install pgadmin3
```

pgAdmin III sarà trattato in maggior dettaglio in un altro modulo.

### 15.2.12 In Conclusion

Ora hai visto come creare un nuovo database, iniziando completamente da zero.

### 15.2.13 What's Next?

Adesso imparerai come usare il DBMS per aggiungere nuovi dati.

## 15.3 Lesson: Aggiungi dati

Gli esempi che hai creato ora dovranno essere popolati con i dati necessari.

**L'obiettivo di questa lezione:** imparare a inserire nuovi dati nel database di esempio.

### 15.3.1 Inserisci le istruzioni

Come aggiungi i dati a una tabella? L'istruzione sql INSERT fornisce le funzionalità per questo:

```
insert into streets (name) values ('High street');
```

Alcune cose da segnalare:

- After the table name (`streets`), you list the column names that you will be populating (in this case only the `name` column).
- Dopo il comando `values`, posiziona l'elenco dei valori dei campi.
- Strings should be quoted using single quotes.
- Note that we did not insert a value for the `id` column; this is because it is a sequence and will be auto-generated.
- If you do manually set the `id`, you may cause serious problems with the integrity of your database.

Dovresti vedere INSERT 0 1 se effettuato l'inserimento.

Puoi vedere il risultato della tua azione di inserimento selezionando tutti i dati nella tabella:

```
select * from streets;
```

Risultato:

```
select * from streets;
id | name
---+-----
 1 | High street
(1 row)
```

#### Try Yourself

Usa il comando INSERT per aggiungere una nuova via alla tabella `streets`.

*Verifica i tuoi risultati*

### 15.3.2 Aggiunta di dati rispettando i vincoli

#### 15.3.3 Try Yourself

Prova ad aggiungere una persona alla tabella `people` con i seguenti attributi:

```
Name: Joe Smith
House Number: 55
Street: Main Street
Phone: 072 882 33 21
```

**Nota:** Ricorda che in questo esempio abbiamo definito i numeri di telefono come stringhe e non come numeri interi.

A questo punto, dovresti avere un rapporto di errore se provi a farlo senza prima creare un record per Main Street nella tabella `streets`.

Dovresti aver notato che:

- Non puoi aggiungere una strada usando il nome

- Non puoi aggiungere un `id` della strada prima di avavrla creata nella tabella `streets`

Ricorda che le due tabelle sono collegate tramite una coppia di chiavi primaria/esterna. Ciò significa che nessuna persona può essere inserita senza che vi sia anche un record di strada corrispondente.

Usa queste informazioni per aggiungere una nuova persona al database.

*Verifica i tuoi risultati*

### 15.3.4 Selazona dati

Hai già visto la sintassi per la selezione dei record. Dai un'occhiata ad altri esempi:

```
select name from streets;
```

```
select * from streets;
```

```
select * from streets where name='Main Road';
```

Nelle sessioni successive approfondirai come selezionare e filtrare i dati.

### 15.3.5 Aggiorna dati

Come fare per cambiare alcuni dati esistenti? per esempio cambiare il nome di una strada:

```
update streets set name='New Main Road' where name='Main Road';
```

Sta molto attento a usare il comando `update` - se più di un record corrispondesse alla condizione `WHERE` allora verrebbero tutti aggiornati!

Una soluzione migliore è utilizzare la chiave primaria della tabella per fare riferimento al record da modificare:

```
update streets set name='New Main Road' where id=2;
```

Dovrebbe ritornare `UPDATE 1`.

---

**Nota:** L'istruzione `WHERE` è sensibile alle maiuscole `Main Road` non è lo stesso di `Main road`

---

### 15.3.6 Cancella dati

Riguardo a cancellare un oggetto della tabella, usa il comando `DELETE`:

```
delete from people where name = 'Joe Smith';
```

Dai un'occhiata alla tabelle `people`:

```
address=# select * from people;
 id | name | house_no | street_id | phone_no
-----+-----+-----+-----+-----
(0 rows)
```

## 15.3.7 Try Yourself

Usa le competenze apprese per aggiungere alcuni nuovi amici al tuo database:

| name         | house_no | street_id | phone_no      |
|--------------|----------|-----------|---------------|
| Joe Bloggs   | 3        | 2         | 072 887 23 45 |
| Jane Smith   | 55       | 3         | 072 837 33 35 |
| Roger Jones  | 33       | 1         | 072 832 31 38 |
| Sally Norman | 83       | 1         | 072 932 31 32 |

## 15.3.8 In Conclusion

Ora sai come aggiungere nuovi dati agli esempi che hai creato in precedenza. Ricorda che se vuoi aggiungere nuovi tipi di dati, potresti modificare e/o creare nuovi esempi per contenere tali dati.

## 15.3.9 What's Next?

Ora che hai aggiunto qualche dato, imparerai come usare le interrogazioni per accedere a questi dati in diverse maniere.

## 15.4 Lesson: Queries

When you write a `SELECT . . .` command it is commonly known as a query - you are interrogating the database for information.

**The goal of this lesson:** To learn how to create queries that will return useful information.

**Nota:** If you did not do so in the previous lesson, add the following people objects to your `people` table. If you receive any errors related to foreign key constraints, you will need to add the “Main Road” object to your `streets` table first

```
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no)
  values ('Joe Bloggs',3,2,'072 887 23 45');
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no)
  values ('Jane Smith',55,3,'072 837 33 35');
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no)
  values ('Roger Jones',33,1,'072 832 31 38');
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no)
  values ('Sally Norman',83,1,'072 932 31 32');
```

### 15.4.1 Ordering Results

Let's retrieve a list of people ordered by their house numbers:

```
select name, house_no from people order by house_no;
```

Risultato:

| name         | house_no |
|--------------|----------|
| Joe Bloggs   | 3        |
| Roger Jones  | 33       |
| Jane Smith   | 55       |
| Sally Norman | 83       |

(4 rows)

You can sort the results by the values of more than one column:

```
select name, house_no from people order by name, house_no;
```

Risultato:

| name         | house_no |
|--------------|----------|
| Jane Smith   | 55       |
| Joe Bloggs   | 3        |
| Roger Jones  | 33       |
| Sally Norman | 83       |

(4 rows)

### 15.4.2 Filtering

Often you won't want to see every single record in the database - especially if there are thousands of records and you are only interested in seeing one or two.

Here is an example of a numerical filter which only returns objects whose house\_no is less than 50:

```
select name, house_no from people where house_no < 50;
```

| name        | house_no |
|-------------|----------|
| Joe Bloggs  | 3        |
| Roger Jones | 33       |

(2 rows)

You can combine filters (defined using the WHERE clause) with sorting (defined using the ORDER BY clause):

```
select name, house_no from people where house_no < 50 order by house_no;
```

| name        | house_no |
|-------------|----------|
| Joe Bloggs  | 3        |
| Roger Jones | 33       |

(2 rows)

You can also filter based on text data:

```
select name, house_no from people where name like '%s%';
```

| name        | house_no |
|-------------|----------|
| Joe Bloggs  | 3        |
| Roger Jones | 33       |

(2 rows)

Here we used the LIKE clause to find all names with an s in them. You'll notice that this query is case-sensitive, so the Sally Norman entry has not been returned.

If you want to search for a string of letters regardless of case, you can do a case in-sensitive search using the `ILIKE` clause:

```
select name, house_no from people where name ilike '%r%';
```

| name         | house_no |
|--------------|----------|
| Roger Jones  | 33       |
| Sally Norman | 83       |

(2 rows)

That query returned every **people** object with an `r` or `R` in their name.

### 15.4.3 Joins

What if you want to see the person's details and their street's name instead of the ID? In order to do that, you need to join the two tables together in a single query. Lets look at an example:

```
select people.name, house_no, streets.name
from people, streets
where people.street_id=streets.id;
```

**Nota:** With joins, you will always state the two tables the information is coming from, in this case `people` and `streets`. You also need to specify which two keys must match (foreign key & primary key). If you don't specify that, you will get a list of all possible combinations of `people` and `streets`, but no way to know who actually lives on which street!

Here is what the correct output will look like:

| name         | house_no | name        |
|--------------|----------|-------------|
| Joe Bloggs   | 3        | Low Street  |
| Roger Jones  | 33       | High street |
| Sally Norman | 83       | High street |
| Jane Smith   | 55       | Main Road   |

(4 rows)

We will revisit joins as we create more complex queries later. Just remember they provide a simple way to combine the information from two or more tables.

### 15.4.4 Sub-Select

Sub-selections allow you to select objects from one table based on the data from another table which is linked via a foreign key relationship. In our case, we want to find people who live on a specific street.

First, let's do a little tweaking of our data:

```
insert into streets (name) values ('QGIS Road');
insert into streets (name) values ('OGR Corner');
insert into streets (name) values ('Goodle Square');
update people set street_id = 2 where id=2;
update people set street_id = 3 where id=3;
```

Let's take a quick look at our data after those changes: we can reuse our query from the previous section:

```
select people.name, house_no, streets.name
from people, streets
where people.street_id=streets.id;
```

Risultato:

| name         | house_no | name        |
|--------------|----------|-------------|
| Roger Jones  | 33       | High street |
| Sally Norman | 83       | High street |
| Jane Smith   | 55       | Main Road   |
| Joe Bloggs   | 3        | Low Street  |

(4 rows)

Now let's show you a sub-selection on this data. We want to show only people who live in `street_id` number 1:

```
select people.name
from people, (
  select *
  from streets
  where id=1
) as streets_subset
where people.street_id = streets_subset.id;
```

Risultato:

| name         |
|--------------|
| Roger Jones  |
| Sally Norman |

(2 rows)

Although this is a very simple example and unnecessary with our small data-sets, it illustrates how useful and important sub-selections can be when querying large and complex data-sets.

### 15.4.5 Aggregate Queries

One of the powerful features of a database is its ability to summarise the data in its tables. These summaries are called aggregate queries. Here is a typical example which tells us how many people objects are in our people table:

```
select count(*) from people;
```

Risultato:

| count |
|-------|
| 4     |

(1 row)

If we want the counts to be summarised by street name we can do this:

```
select count(name), street_id
from people
group by street_id;
```

Risultato:

| count | street_id |
|-------|-----------|
| 2     | 1         |
| 1     | 3         |
| 1     | 2         |

(3 rows)



---

**Nota:** Because we have not used an `ORDER BY` clause, the order of your results may not match what is shown here.

---

## Try Yourself

Summarise the people by street name and show the actual street names instead of the `street_ids`.

*Check your results*

### 15.4.6 In Conclusion

You've seen how to use queries to return the data in your database in a way that allows you to extract useful information from it.

### 15.4.7 What's Next?

Next you'll see how to create views from the queries that you've written.

## 15.5 Lesson: Views

When you write a query, you need to spend a lot of time and effort formulating it. With views, you can save the definition of an SQL query in a reusable "virtual table".

**The goal for this lesson:** To save a query as a view.

### 15.5.1 Creare una Vista

Puoi considerare una vista proprio come un tabella, ma i suoi dati sono recuperati da una query. Cerchiamo di fare una una semplice vista basata sull'esempio soprastante:

```
create view roads_count_v as
select count(people.name), streets.name
from people, streets where people.street_id=streets.id
group by people.street_id, streets.name;
```

As you can see the only change is the `create view roads_count_v as` part at the beginning. We can now select data from that view:

```
select * from roads_count_v;
```

Risultato:

```
count | name
-----+-----
1 | Main Road
2 | High street
1 | Low Street
(3 rows)
```

## 15.5.2 Modifying a View

A view is not fixed, and it contains no “real data”. This means you can easily change it without impacting on any data in your database:

```
CREATE OR REPLACE VIEW roads_count_v AS
SELECT count(people.name), streets.name
FROM people, streets WHERE people.street_id=streets.id
GROUP BY people.street_id, streets.name
ORDER BY streets.name;
```

(This example also shows the best practice convention of using UPPER CASE for all SQL keywords.)

You will see that we have added an ORDER BY clause so that our view rows are nicely sorted:

```
select * from roads_count_v;

count | name
-----+-----
      2 | High street
      1 | Low Street
      1 | Main Road
(3 rows)
```

## 15.5.3 Dropping a View

If you no longer need a view, you can delete it like this:

```
drop view roads_count_v;
```

## 15.5.4 In Conclusion

Using views, you can save a query and access its results as if it were a table.

## 15.5.5 What's Next?

Sometimes, when changing data, you want your changes to have effects elsewhere in the database. The next lesson will show you how to do this.

## 15.6 Lesson: Rules

Rules allow the «query tree» of an incoming query to be rewritten. One common usage is to implement views, including updatable view. - *Wikipedia*

**The goal for this lesson:** To learn how to create new rules for the database.

## 15.6.1 Creating a logging rule

Say you want to log every change of `phone_no` in your `people` table in to a `people_log` table. So you set up a new table:

```
create table people_log (name text, time timestamp default NOW());
```

In the next step, create a rule that logs every change of a `phone_no` in the `people` table into the `people_log` table:

```
create rule people_log as on update to people
  where NEW.phone_no <> OLD.phone_no
  do insert into people_log values (OLD.name);
```

To test that the rule works, let's modify a phone number:

```
update people set phone_no = '082 555 1234' where id = 2;
```

Check that the `people` table was updated correctly:

```
select * from people where id=2;
```

| id | name       | house_no | street_id | phone_no     |
|----|------------|----------|-----------|--------------|
| 2  | Joe Bloggs | 3        | 2         | 082 555 1234 |

(1 row)

Now, thanks to the rule we created, the `people_log` table will look like this:

```
select * from people_log;
```

| name       | time                       |
|------------|----------------------------|
| Joe Bloggs | 2014-01-11 14:15:11.953141 |

(1 row)

**Nota:** The value of the `time` field will depend on the current date and time.

## 15.6.2 In Conclusion

Rules allow you to automatically add or change data in your database to reflect changes in other parts of the database.

## 15.6.3 What's Next?

The next module will introduce you to Spatial Database using PostGIS, which takes these database concepts and applies them to GIS data.



---

## Module: Nozioni di database spaziale con PostGIS

---

I database spaziali ti consentono l'archiviazione della geometria in un database e forniscono funzioni per il recupero dei record utilizzando queste geometrie. In questo modulo utilizzerai PostGIS, un'estensione di PostgreSQL, per imparare come configurare un database spaziale, importare dati nel database e utilizzare le funzioni geografiche offerte da PostGIS.

Mentre stai lavorando in questa sezione, potresti voler conservare una copia degli **\*\*appunti PostGIS\*\*** disponibile dal [gruppo di utenti GIS di Boston](#). Un'altra risorsa utile è la documentazione di PostGIS [in linea](#).

Ci sono anche alcuni tutorial più completi su PostGIS e i database spaziali disponibili da Boundless Geo:

- [Introduzione a PostGIS](#)
- [Database spaziali suggerimenti e trucchi](#)

Vedi anche [PostGIS In Action](#).

### 16.1 Lesson: Configura PostGIS

L'impostazione delle funzioni PostGIS ti consentirà di accedere alle funzioni spaziali da PostgreSQL.

**“obiettivo di questa lezione:** Installare funzioni spaziali e dimostrarne gli effetti.

---

**Nota:** In questo esercizio assumeremo l'uso di PostGIS versione 2.1. L'installazione e la configurazione del database sono diverse per le versioni precedenti, ma il resto di questo materiale continuerà a funzionare. Consulta la documentazione della tua piattaforma per aiuto con l'installazione e la configurazione del database.

---

### 16.1.1 Installa su Ubuntu

Installi facilmente PostGIS con apt

```
$ sudo apt install postgis
$ sudo apt install postgresql-9.1-postgis
```

In realtà, è molto semplice

---

**Nota:** A seconda della versione di Ubuntu che stai utilizzando e dei repository che hai configurato, questi comandi installeranno PostGIS 1.5 o 2.x. Puoi sapere la versione installata con un'interrogazione `select PostGIS_full_version()`; con `psql` o un altro strumento.

---

Per installare l'ultima versione di PostGIS, puoi utilizzare i seguenti comandi.

```
$ sudo apt-add-repository ppa:sharpie/for-science
$ sudo apt-add-repository ppa:sharpie/postgis-nightly
$ sudo apt update
$ sudo apt install postgresql-9.1-postgis-nightly
```

### 16.1.2 Installa su Windows

L'installazione su Windows è un po' più complicata, ma non difficile. Nota che devi essere online per installare la struttura dati PostGis.

Prima visita [la pagina per scaricare](#).

Poi segui [questa guida](#).

Puoi trovare più informazioni sul [sito PostGIS](#).

### 16.1.3 Installa su altre piattaforme

Il [sito PostGIS per scaricare](#) da informazioni su come installare su altre piattaforme comprese macOS e distribuzioni linux

### 16.1.4 Configura i database per usare PostGIS

Una volta installato PostGIS, avrai bisogno di configurare il database per utilizzare le estensioni. Se hai installato PostGIS versione > 2.0, basta eseguire il seguente comando con `psql` utilizzando il database degli indirizzi del nostro esercizio precedente.

```
$ psql -d address -c "CREATE EXTENSION postgis;"
```

---

**Nota:** Se stai usando PostGIS 1.5 e una versione di PostgreSQL inferiore alla 9.1, dovrai seguire una serie diversa di passaggi per installare le estensioni `postgis` per il tuo database. Si prega di consultare la *Documentazione PostGIS* <[https://postgis.net/docs/postgis\\_installation.html#create\\_new\\_db](https://postgis.net/docs/postgis_installation.html#create_new_db)> \_ per istruzioni su come farlo.

---

## 16.1.5 Guarda le funzioni PostGIS installate

Puoi pensare a PostGIS come a una raccolta di funzioni del database che estendono le funzionalità di base di PostgreSQL in modo che possa trattare con i dati spaziali. Con “trattare con”, intendi memorizzare, recuperare, interrogare e manipolare. Per fare questo, un certo numero di funzioni sono installate nel database.

Il database PostgreSQL `address` è ora abilitato ad operare come geospaziale, grazie a PostGIS. Approfondirai meglio nelle prossime sezioni, ma puoi avere un piccolo assaggio. Vuoi creare un punto dal testo. Per prima cosa usa il comando `psql` per trovare le funzioni relative al punto. Se non sei già connesso al database `address`, fallo ora. Quindi esegui:

```
\df *point*
```

Questo è il comando che cerchi: `st_pointfromtext`. Per sfogliare l’elenco, usa la freccia giù, quindi premi `Q` per tornare alla shell di `psql`.

Prova a eseguire questo comando:

```
select st_pointfromtext('POINT(1 1)');
```

Risultato:

```
st_pointfromtext
-----
010100000000000000000000F03F000000000000F03F
(1 row)
```

Nota tre cose:

- Definisci un punto nella posizione 1,1 (è assunto EPSG:4326) usando `POINT(1 1)`,
- Hai eseguito un’istruzione SQL, ma non su alcuna tabella, solo sui dati immessi dal prompt SQL,
- The resulting row does not make much sense.

La riga risultante è nel formato OGC chiamato “Well Known Binary” (WKB). Vedrai questo formato in dettaglio nella prossima sezione.

Per ottenere i risultati come testo, puoi fare una rapida scansione attraverso l’elenco delle funzioni per qualcosa che restituisce il testo:

```
\df *text
```

La query che stai cercando ora è `st_astext`. Combinalo con l’interrogazione precedente:

```
select st_astext(st_pointfromtext('POINT(1 1)'));
```

Risultato:

```
st_astext
-----
POINT(1 1)
(1 row)
```

Hai inserito la stringa `POINT(1,1)`, l’hai trasformata in un punto usando `st_pointfromtext()`, e l’hai ritrasformata in un formato leggibile con `st_astext()`, che ti ha ritornato la stringa originale.

Un ultimo esempio prima di entrare nel dettaglio dell’utilizzo di PostGIS:

```
select st_astext(st_buffer(st_pointfromtext('POINT(1 1)'),1.0));
```

Cosa hai fatto? Hai creato un buffer di 1 grado attorno al punto e hai il risultato come testo.

## 16.1.6 Sistemi di riferimento spaziale

Oltre alle funzioni PostGIS, l'estensione contiene una raccolta di definizioni del sistema di riferimento spaziale (SRS) come definito dall'European Petroleum Survey Group (EPSG). Questi vengono utilizzati durante operazioni come le conversioni del sistema di riferimento di coordinate (CRS).

Puoi verificare queste definizioni SRS nel database così come sono memorizzate nelle normali tabelle del database.

Dapprima esamina lo schema della tabella immettendo il seguente comando nel terminale di psql:

```
\d spatial_ref_sys
```

Il risultato dovrebbe essere questo:

```
Table "public.spatial_ref_sys"
  Column          |          Type          | Modifiers
-----+-----+-----
 srid             | integer                | not null
 auth_name       | character varying(256) |
 auth_srid       | integer                |
 srtext          | character varying(2048) |
 proj4text       | character varying(2048) |
Indexes:
"spatial_ref_sys_pkey" PRIMARY KEY, btree (srid)
```

Puoi utilizzare interrogazioni SQL predefinite (come hai appreso nelle sezioni introduttive), per visualizzare e manipolare questa tabella, anche se non è una buona idea aggiornare o eliminare qualsiasi record a meno che non si sappia cosa si sta facendo.

Un SRID a cui potresti essere interessato è EPSG: 4326 - il sistema di riferimento geografico / lat lon che utilizza l'ellissoide WGS 84. Dai un'occhiata a questo:

```
select * from spatial_ref_sys where srid=4326;
```

Risultato:

```
srid          | 4326
auth_name     | EPSG
auth_srid     | 4326
srtext        | GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",SPHEROID["WGS
84",6378137,298.257223563,AUTHORITY["EPSG","7030"]],TOWGS84[0,
0,0,0,0,0],AUTHORITY["EPSG","6326"]],PRIMEM["Greenwich",0,
AUTHORITY["EPSG","8901"]],UNIT["degree",0.01745329251994328,
AUTHORITY["EPSG","9122"]],AUTHORITY["EPSG","4326"]]
proj4text     | +proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs
```

Il srtext è la definizione della proiezione in well known text (puoi riconoscerlo nei file .prj degli shapefile).

## 16.1.7 In Conclusion

Ora hai le funzioni PostGIS installate nella tua copia di PostgreSQL. Con questo sarai in grado di utilizzare le varie funzioni spaziali di PostGIS.



### 16.1.8 What's Next?

Adesso imparerai come gli elementi spaziali sono rappresentate in un database.

## 16.2 Lesson: Modello delle entità di base

Come puoi memorizzare o rappresentare delle entità geografiche in un database? In questa lezione tratteremo di uno dei possibili approcci, il Modello delle entità di base definito da OGC.

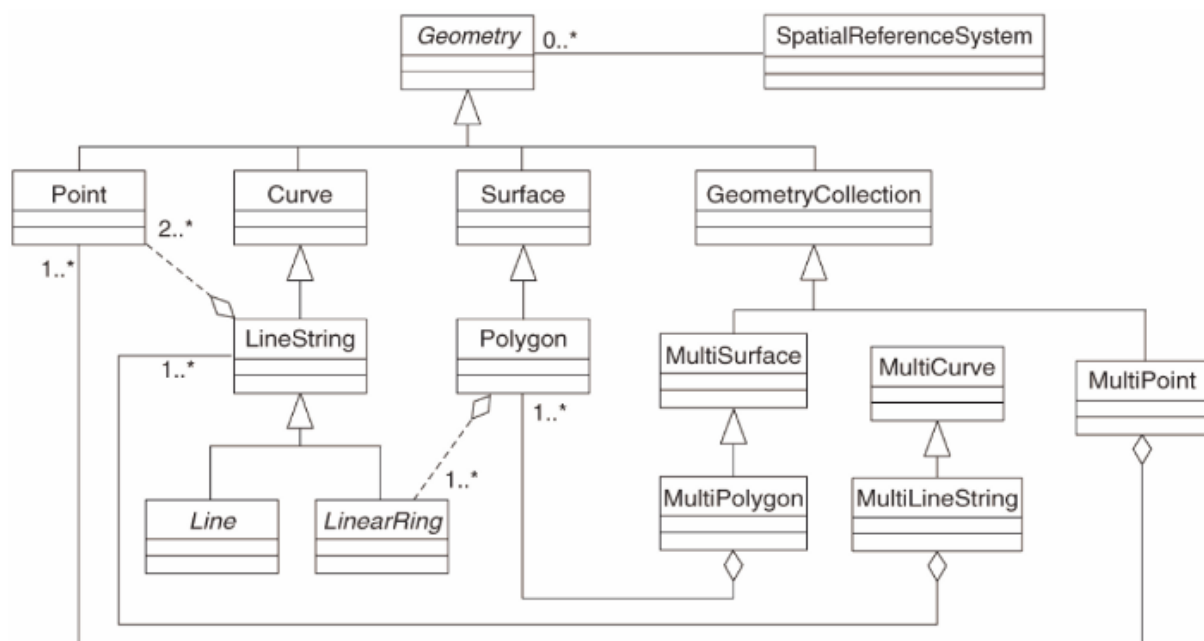
**Obiettivo di questa lezione:** Imparare cosa è il modello SFS e come usarlo.

### 16.2.1 Cos'è OGC

Open Geospatial Consortium (OGC) è un'organizzazione internazionale no-profit, basata sul consenso volontario, che si occupa di definire specifiche tecniche per i servizi geospaziali e di localizzazione (location based). OGC è formato da oltre 370 membri (governi, industria privata, università) con l'obiettivo di sviluppare ed implementare standard per il contenuto, i servizi e l'interscambio di dati geografici (GIS - Sistema informativo geografico) che siano «aperti ed estensibili». Le specifiche definite da OGC sono pubbliche (PAS) e disponibili gratuitamente. - *Wikipedia*

### 16.2.2 Cos'è il modello SFS

Il modello delle entità di base per SQL (SFS) è un modo *non-topologico* per l'uso di dati geospaziali in un database e definisce le funzioni per l'accesso, il funzionamento e la costruzione di questi dati.



Il modello definisce dati geospaziali provenienti da vettori di punti, linee e poligoni (e aggregazioni multioggetto).

Per ulteriori informazioni, dai un'occhiata agli standard *OGC Simple Feature for SQL* <<https://www.opengis.org/standards/sfs>>.

### 16.2.3 Aggiungi un campo geometria alla tavola

Aggiungi un campo punto alla tabella people:

```
alter table people add column the_geom geometry;
```

### 16.2.4 Aggiungi un vincolo in base al tipo di geometria

Noterai che il tipo di campo della geometria non specifica in modo implicito quale *tipo* di geometria per il campo - per questo abbiamo bisogno di un vincolo:

```
alter table people
add constraint people_geom_point_chk
  check (st_geometrytype(the_geom) = 'ST_Point'::text
        OR the_geom IS NULL);
```

Questo aggiunge un vincolo alla tabella in modo che accetterà solo una geometria punto o un valore nullo.

### 16.2.5 Prova

Crea una nuova tabella denominata cities e inserisci alcune colonne appropriate, tra cui un campo geometry per poligoni (i confini della città). Assicurarti che esiste un vincolo per rispettare geometrie poligoni.

*Controlla i risultati*

### 16.2.6 Compila la tabella geometry\_columns

A questo punto dovresti aggiungere nella tabella geometry\_columns:

```
insert into geometry_columns values
 ('', 'public', 'people', 'the_geom', 2, 4326, 'POINT');
```

Perché? geometry\_columns viene utilizzato da alcune applicazioni per sapere quali tabelle del database contengono dati geometrici.

---

**Nota:** Se la precedente istruzione INSERT causa un errore, esegui prima questa interrogazione:

```
select * from geometry_columns;
```

Se la colonna f\_table\_name contiene il valore people, allora questa tabella è già stata registrata e non è necessario fare altro.

---

Il valore 2 si riferisce al numero di dimensioni; in questo caso, due: **X** e **Y**.

Il valore 4326 si riferisce alla proiezione che stai utilizzando; in questo caso, WGS 84, riferita con il numero 4326 (vedere la precedente discussione sul EPSG).

## Prova

Aggiung un'appropriata *geometry\_columns* per il tuo vettore *new cities*

*Controlla i risultati*

## 16.2.7 Aggiungi una riga alla tabella usando SQL


Ora che le tabelle sono spazialmente abilitate, puoi archiviare le geometrie in esse:

```
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no, the_geom)
  values ('Fault Towers',
         34,
         3,
         '072 812 31 28',
         'SRID=4326;POINT(33 -33)');
```

**Nota:** Nei nuovi dati inseriti, dovrai specificare la proiezione (SRID) che desideri utilizzare. Questo è perché hai inserito la geometria del nuovo punto utilizzando una stringa di testo semplice ma che non aggiunge automaticamente le informazioni di proiezione corrette. Ovviamente, il nuovo punto deve utilizzare lo stesso SRID come i dati aggiunti, quindi devi specificarlo.

Se a questo punto stai utilizzando una interfaccia grafica, per esempio, specificando la proiezione per ciascun punto dovrebbe essere automatico. In altre parole non ti preoccuperai di usare la proiezione corretta per ogni punto che desideri aggiungere, se lo hai già specificato.

Adesso apri QGIS e prova a vedere la tua tabella *people*. Puoi modificare/aggiungere/cancellare righe e interrogare il database per vedere come è cambiato.

Per caricare un layer PostGIS in QGIS usa l'opzione dal menu *Layer*  *Add PostGIS Layers* oppure l'icona:



Questo aprirà la finestra di dialogo:

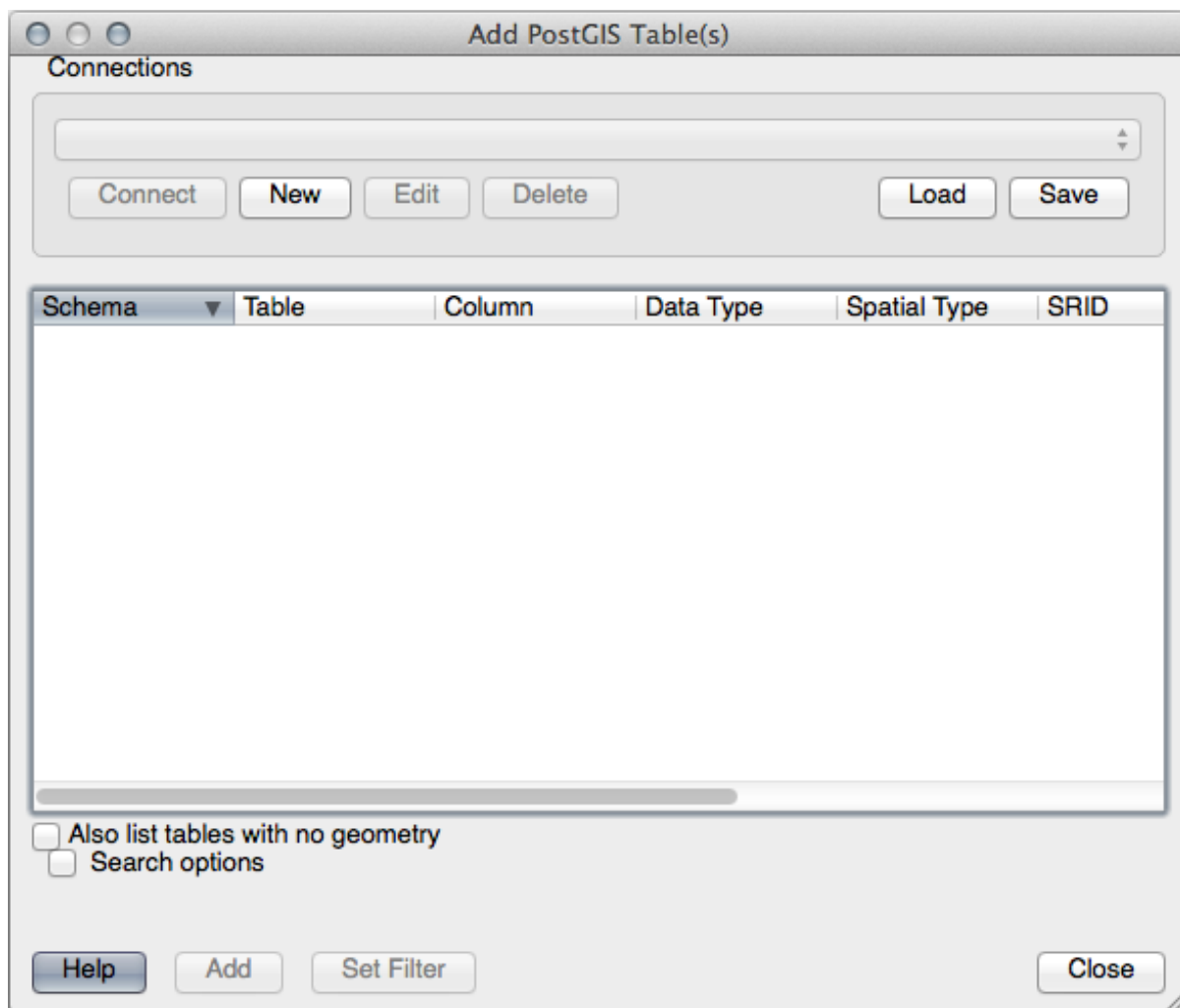
Scegli *New* per aprire questa finestra:

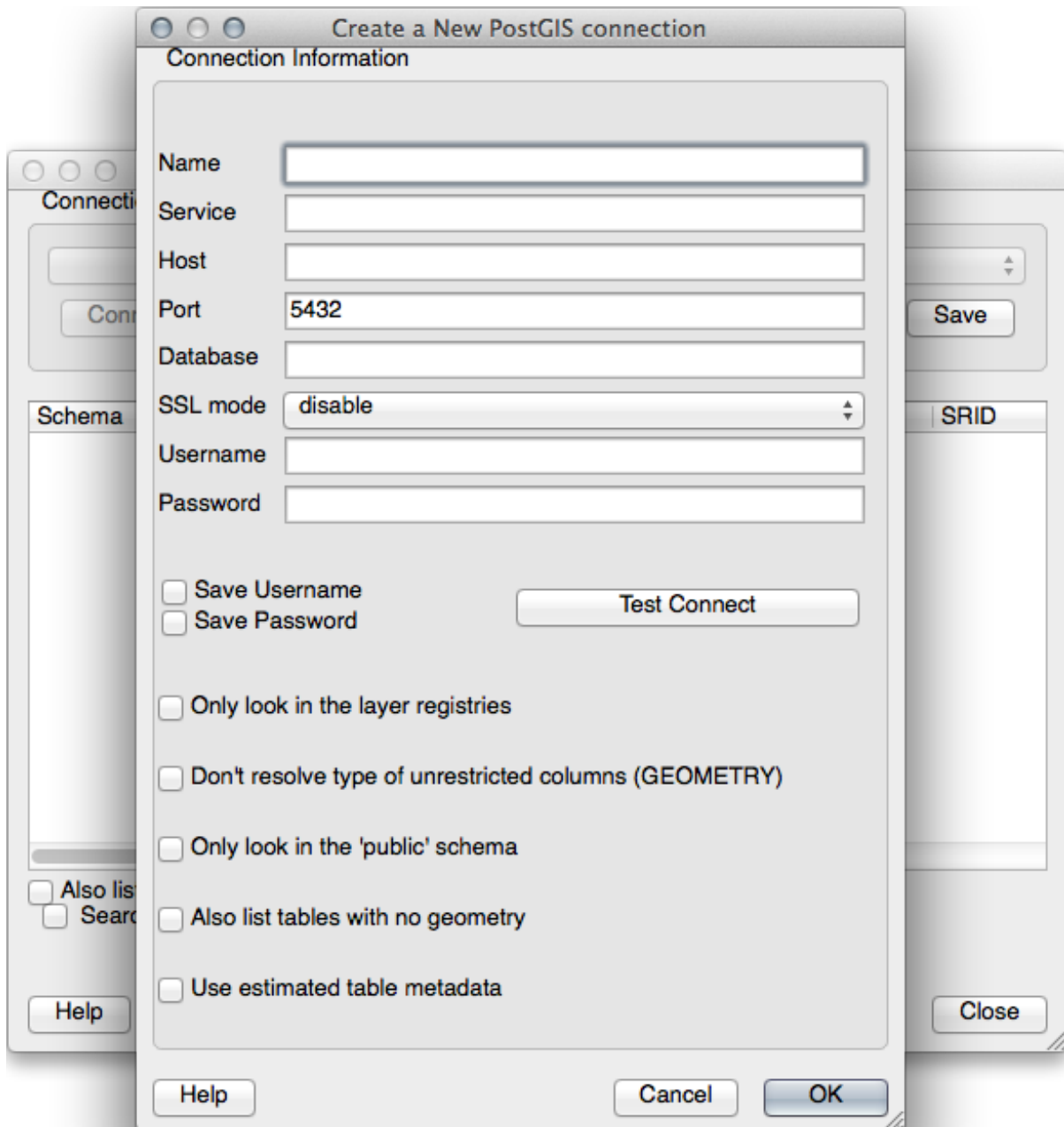
Quindi definisci una nuova connessione, per esempio:

```
Name: myPG
Service:
Host: localhost
Port: 5432
Database: address
User:
Password:
```

Per vedere se QGIS ha trovato il database *address* e che il tuo username e password sono corretti, scegli *Test Connect*. Se funziona scegli *Save Username* e *Save Password*. Quindi scegli *OK* per creare questa connessione.

Torna alla finestra *Add PostGIS Layers*, scegli *Connect* e aggiungi i layer al tuo progetto.





## Try Yourself

Formulate un'interrogazione che mostri il nome di una persona, la strada e la posizione (da the-geom column) come testo

*Verifica i risultati*

### 16.2.8 In Conclusion

hai visto come aggiungere oggetti spaziali database e visualizzarli nel GIS.

### 16.2.9 What's Next?

Nel prossimo vedrai come importare ed esportare i dati da e per il database.

## 16.3 Lesson: Importa ed esporta

Certamente, un database senza un modo semplice per trasferire i dati da e per esso non sarebbe di grande utilità. Fortunatamente, ci sono numerosi strumenti che ti permetteranno di spostare facilmente i dati da e verso PostGIS.

### 16.3.1 shp2pgsql

shp2pgsql è uno strumento da riga di comando per importare Shapefile ESRI nel database. Sotto Unix, puoi usare il seguente comando per importare un nuovo tabella PostGIS:

```
shp2pgsql -s <SRID> -c -D -I <path to shapefile> <schema>.<table> | \
psql -d <databasename> -h <hostname> -U <username>
```

Sotto Windows, devi eseguire l'importazione in due passaggi:

```
shp2pgsql -s <SRID> -c -D -I <path to shapefile> <schema>.<table> > import.sql
psql psql -d <databasename> -h <hostname> -U <username> -f import.sql
```

Puoi incontrare questo errore:

```
ERROR: operator class "gist_geometry_ops" does not exist for access method
"gist"
```

Questo è un problema noto riguardante la creazione «in situ» di un indice spaziale per i dati che stai importando. Per evitare l'errore, escludi il parametro `-I`. Ciò significa che nessun indice spaziale viene creato direttamente e sarà necessario crearlo nel database dopo che i dati sono stati importati. (La creazione di un indice spaziale sarà trattata nella prossima lezione).

### 16.3.2 pgsq2shp

pgsq2shp è uno strumento a riga di comando per esportare le tabelle, le viste o le interrogazioni SQL di PostGIS. Per fare ciò con Unix:

```
pgsq2shp -f <path to new shapefile> -g <geometry column name> \  
-h <hostname> -U <username> <database> <table | view>
```

Per esportare i dati utilizzando un'interrogazione:

```
pgsq2shp -f <path to new shapefile> -g <geometry column name> \  
-h <hostname> -U <username> "<query>"
```

### 16.3.3 ogr2ogr

ogr2ogr è uno strumento molto potente per convertire i dati in e da Postgis in molti formati di dati. ogr2ogr fa parte del software GDAL/OGR e deve essere installato separatamente. Per esportare una tabella da PostGIS a GML, puoi utilizzare questo comando:

```
ogr2ogr -f GML export.gml PG:'dbname=<database> user=<username>  
host=<hostname>' <Name of PostGIS-Table>
```

### 16.3.4 DB Manager

Potresti aver notato un'altra opzione nel menu *Database* menu etichettato *DB Manager*. Questo è uno strumento che fornisce un'interfaccia unica per interagire con database spaziali tra cui PostGIS. Ti permette anche di importare ed esportare da database ad altri formati. Dato che il prossimo modulo è largamente dedicato all'utilizzo di questo strumento, lo faremo solo brevemente qui.

### 16.3.5 In Conclusion

L'importazione e l'esportazione di dati da e verso il database può essere eseguita in molti modi diversi. Soprattutto se usi fonti di dati diverse, farai uso di queste funzioni (o altre come loro) su base regolare.

### 16.3.6 What's Next?

Ora vedrai come interrogare i dati che hai creato in precedenza.

## 16.4 Interrogazioni spaziali

Le interrogazioni spaziali non sono diverse dalle altre interrogazioni del database. Puoi usare la colonna della geometria come qualsiasi altra colonna del database. Con l'installazione di PostGIS nel nostro database, abbiamo funzioni aggiuntive per interrogare il nostro database.

**L'obiettivo di questa lezione:** Vedere come le funzioni spaziali vengono applicate in modo simile alle funzioni «normali» non spaziali.

## 16.4.1 Operatori spaziali

Se vuoi sapere quali punti sono entro una distanza di 2 gradi da un punto (X, Y) puoi farlo con:

```
select *
from people
where st_distance(the_geom, 'SRID=4326;POINT(33 -34)') < 2;
```

Risultato:

| id | name         | house_no | street_id | phone_no      | the_geom      |
|----|--------------|----------|-----------|---------------|---------------|
| 6  | Fault Towers | 34       | 3         | 072 812 31 28 | 01010008040C0 |

(1 row)

**Nota:** Il valore di the\_geom sopra è stato troncato per ragioni di spazio in questa pagina. Se vuoi vedere il punto in coordinate leggibili dall'uomo, prova qualcosa di simile a quello che hai fatto nella sezione precedente «Visualizza un punto come WKT».

Come sappiamo che l'interrogazione fatta restituisce tutti i punti entro 2 *gradi*? Perché non 2 *metri*? O qualsiasi altra unità?

*Controlla i risultati*

## 16.4.2 Indici spaziali

Puoi anche definire indici spaziali. Un indice spaziale rende le interrogazioni spaziali molto più veloci. Per creare un indice spaziale sulla colonna della geometria, usa:

```
CREATE INDEX people_geo_idx
ON people
USING gist
(the_geom);

\d people
```

Risultato:

```
Table "public.people"
  Column      |          Type          | Modifiers
-----+-----+-----
 id           | integer                | not null default
              |                        | nextval('people_id_seq'::regclass)
 name        | character varying(50) |
 house_no    | integer                | not null
 street_id   | integer                | not null
 phone_no    | character varying     |
 the_geom    | geometry               |
Indexes:
 "people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
 "people_geo_idx" gist (the_geom) <-- new spatial key added
 "people_name_idx" btree (name)
Check constraints:
 "people_geom_point_chk" CHECK (st_geometrytype(the_geom) = 'ST_Point'::text
OR the_geom IS NULL)
Foreign-key constraints:
 "people_street_id_fkey" FOREIGN KEY (street_id) REFERENCES streets(id)
```



### 16.4.3 Try Yourself

Modifica la tabella cities in modo che la sua colonna della geometria sia spazialmente indicizzata.

*Controlla i risultati*

### 16.4.4 Dimostrazione delle funzioni spaziali postGIS

Per dimostrare le funzioni spaziali di PostGIS, creerai un nuovo database contenente alcuni dati (fittizi).

Per iniziare, crea un nuovo database (esci prima dalla console di psql):

```
createdb postgis_demo
```

Ricordati di installare le estensioni PostGIS:

```
psql -d postgis_demo -c "CREATE EXTENSION postgis;"
```

Quindi, importa i dati forniti nella cartella `exercise_data/postgis/`. Fai riferimento alla lezione precedente per le istruzioni, ma ricorda che dovrai creare una nuova connessione PostGIS al nuovo database. È possibile importare dal terminale o tramite DB Manager. Importa i file nelle seguenti tabelle del database:

- `points.shp` in `building`
- `lines.shp` in `road`
- `polygons.shp` in `region`

LivelliCarica questi tre vettori del database in QGIS tramite la finestra di dialogo *Aggiungi layer PostGIS*, come al solito. Quando apri le tabelle degli attributi, noterai che hanno sia un campo `id` che un campo `gid` creati dall'importazione PostGIS.

Ora che le tabelle vengono importate, puoi usare PostGIS per interrogare i dati. Torna al tuo terminale (riga di comando) e inserisci il terminale di psql eseguendo:

```
psql postgis_demo
```

Vedrai alcune di queste dichiarazioni creando delle viste, in modo da poterle aprire in QGIS e vedere i risultati.

#### Selezione per posizione

Ottieni tutti gli edifici nella regione di KwaZulu:

```
SELECT a.id, a.name, st_astext(a.the_geom) as point
FROM building a, region b
WHERE st_within(a.the_geom, b.the_geom)
AND b.name = 'KwaZulu';
```

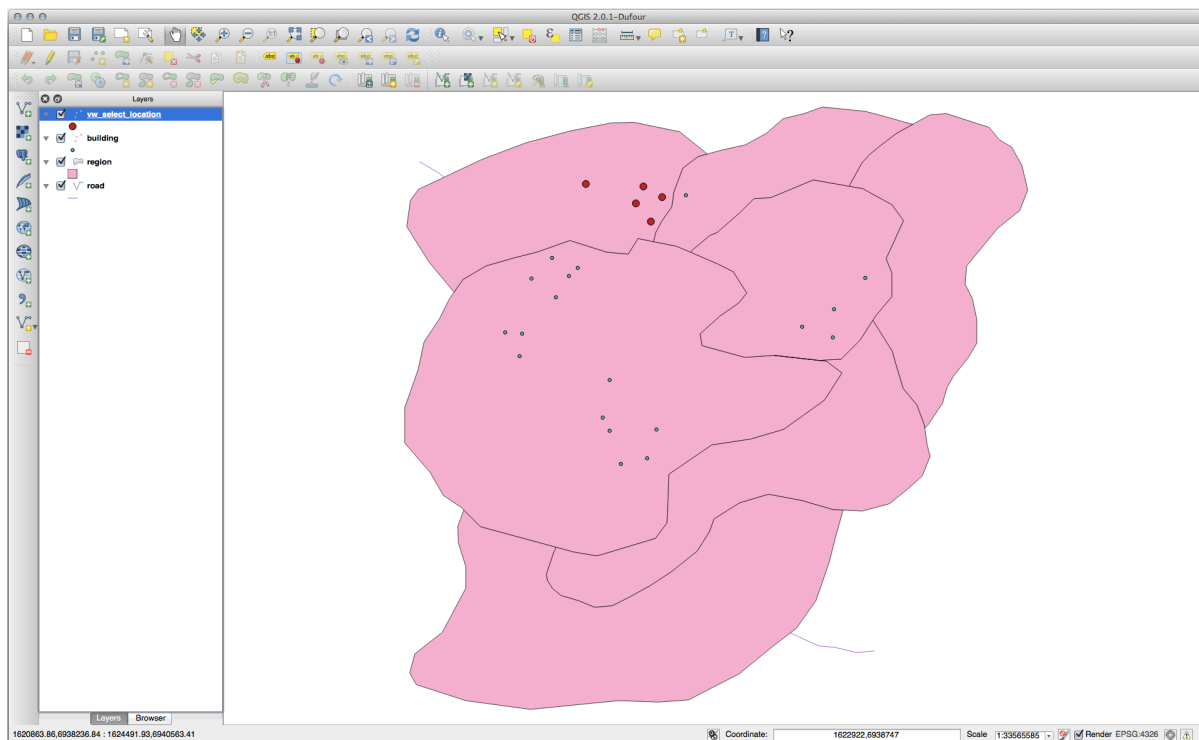
Risultato:

```
id | name | point
---+-----+-----
30 | York | POINT(1622345.23785063 6940490.65844485)
33 | York | POINT(1622495.65620524 6940403.87862489)
35 | York | POINT(1622403.09106394 6940212.96302097)
36 | York | POINT(1622287.38463732 6940357.59605424)
40 | York | POINT(1621888.19746548 6940508.01440885)
(5 rows)
```

Oppure, se crei una vista:

```
CREATE VIEW vw_select_location AS
SELECT a.gid, a.name, a.the_geom
FROM building a, region b
WHERE st_within(a.the_geom, b.the_geom)
AND b.name = 'KwaZulu';
```

Aggiungi la vista come un vettore e visualizzalo in QGIS:



## Seleziona vicino

Mostra un elenco di tutti i nomi delle regioni adiacenti alla regione di Hokkaido:

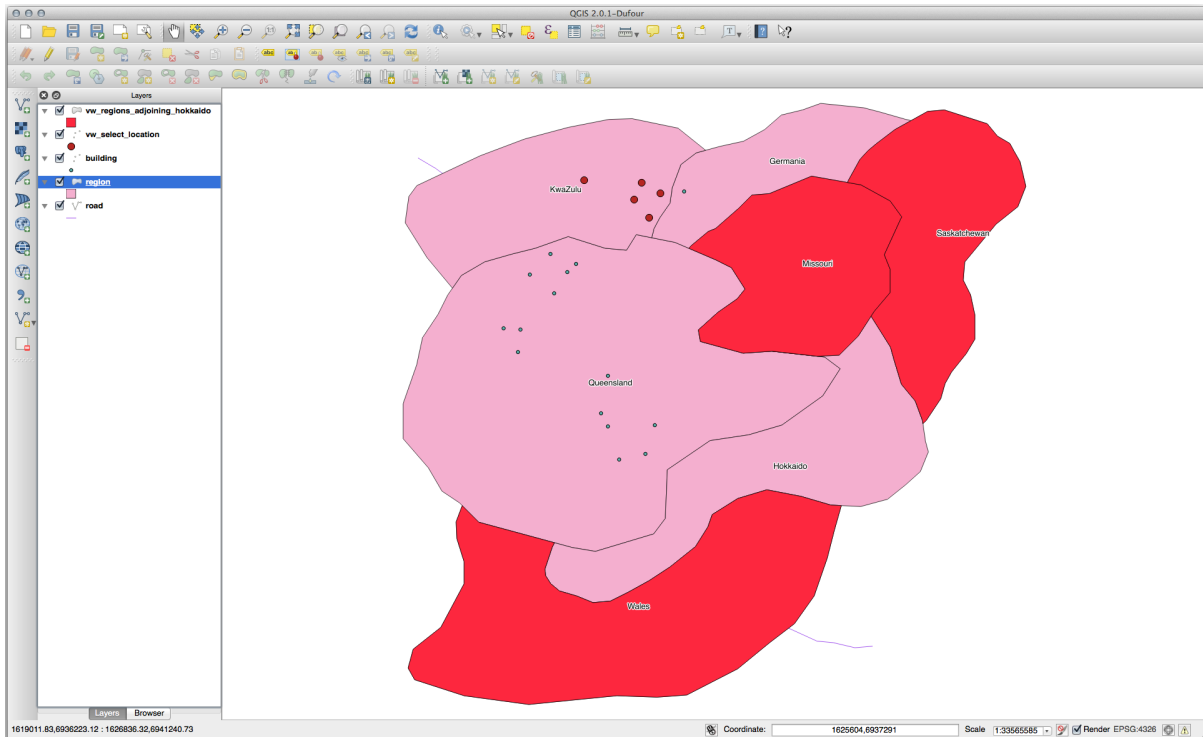
```
SELECT b.name
FROM region a, region b
WHERE st_touches(a.the_geom, b.the_geom)
AND a.name = 'Hokkaido';
```

Risultato:

```
name
-----
Missouri
Saskatchewan
Wales
(3 rows)
```

Come vista:

```
CREATE VIEW vw_regions_adjoining_hokkaido AS
SELECT b.gid, b.name, b.the_geom
FROM region a, region b
WHERE TOUCHES(a.the_geom, b.the_geom)
AND a.name = 'Hokkaido';
```



In QGIS:

Nota la regione mancante (Queensland). Ciò potrebbe essere dovuto a un errore di topologia. Fatti come questo possono avvisarti di potenziali problemi nei dati. Per risolverlo senza rimanere intrappolati nelle anomalie che i dati potrebbero avere, potremmo invece utilizzare un buffer intersecato:

```
CREATE VIEW vw_hokkaido_buffer AS
SELECT gid, ST_BUFFER(the_geom, 100) as the_geom
FROM region
WHERE name = 'Hokkaido';
```

Questo crea un buffer di 100 metri attorno alla regione di Hokkaido.

L'area più scura è il buffer:

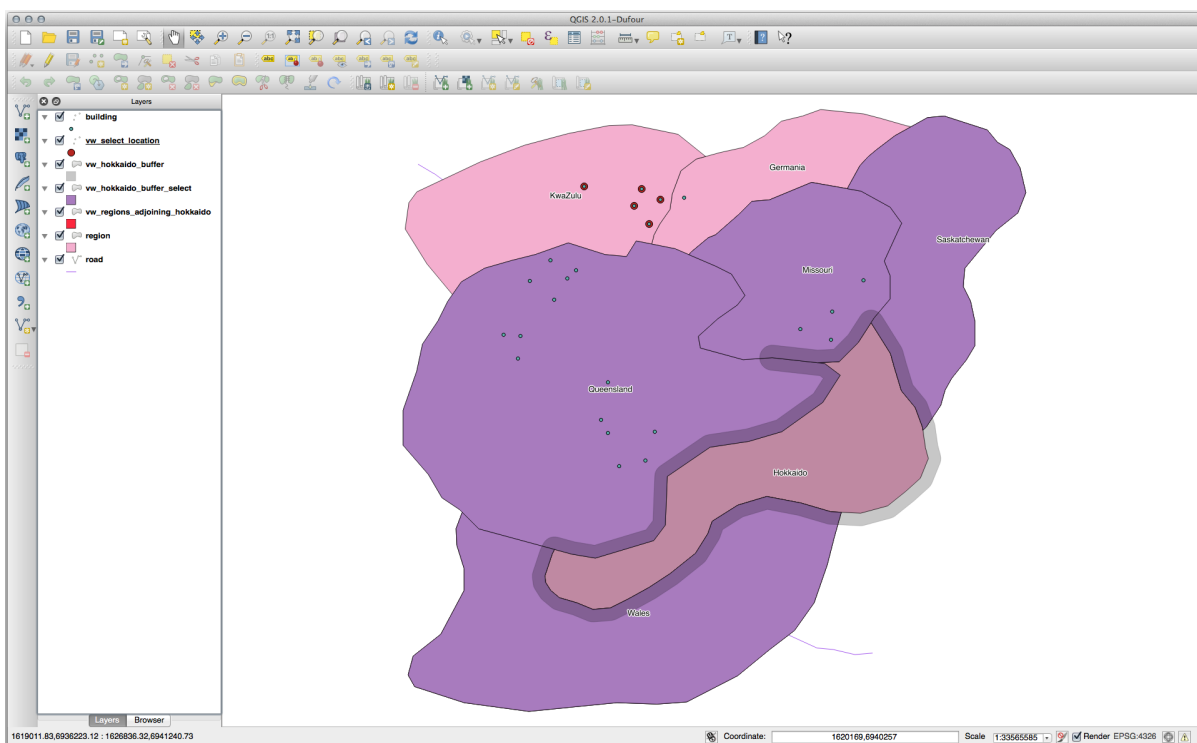
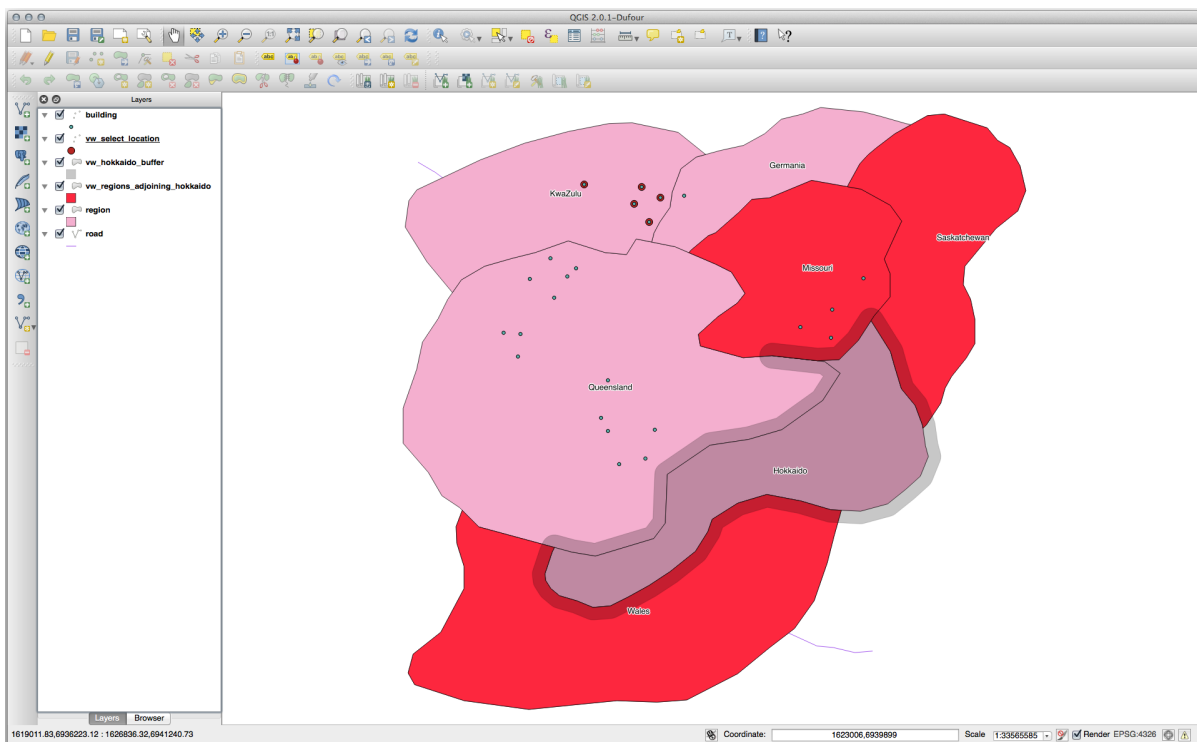
Seleziona usando il buffer:

```
CREATE VIEW vw_hokkaido_buffer_select AS
SELECT b.gid, b.name, b.the_geom
FROM
(
    SELECT * FROM
        vw_hokkaido_buffer
) a,
region b
WHERE ST_INTERSECTS(a.the_geom, b.the_geom)
AND b.name != 'Hokkaido';
```

In questa interrogazione, la vista del buffer originale viene utilizzata come qualsiasi altra tabella. Viene assegnato l'alias a, e il suo campo di geometria, `kbd:a.the_geom`, viene utilizzato per selezionare qualsiasi poligono nella tabella `region` (alias b) che lo interseca. Tuttavia, Hokkaido stesso è escluso da questa affermazione di selezione, perché non lo vogliamo; vogliamo solo le regioni adiacenti.

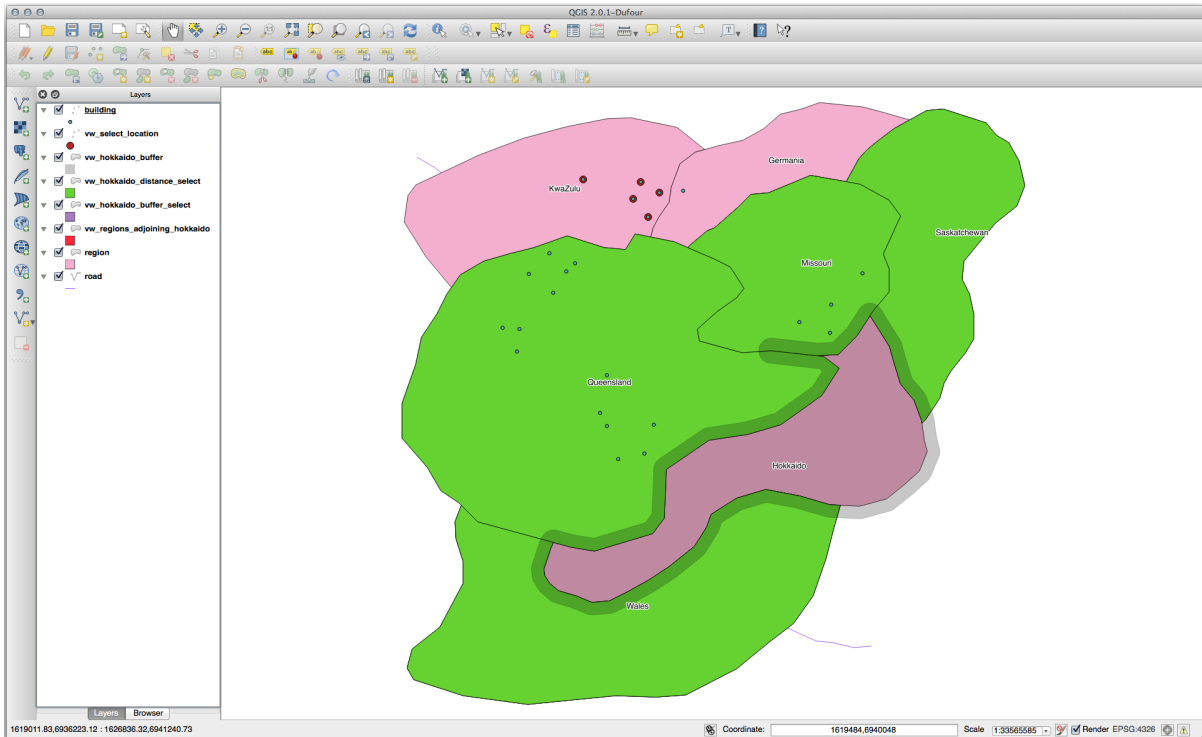
In QGIS:

Puoi anche selezionare tutti gli oggetti all'interno di una data distanza, senza il passo aggiuntivo di creare un buffer:



```
CREATE VIEW vw_hokkaido_distance_select AS
SELECT b.gid, b.name, b.the_geom
FROM region a, region b
WHERE ST_DISTANCE (a.the_geom, b.the_geom) < 100
AND a.name = 'Hokkaido'
AND b.name != 'Hokkaido';
```

Raggiungendo lo stesso risultato, senza necessità del passaggio del buffer temporaneo:



### Seleziona valori unici

Mostra un elenco di nomi di città unici per tutti gli edifici nella regione del Queensland:

```
SELECT DISTINCT a.name
FROM building a, region b
WHERE st_within(a.the_geom, b.the_geom)
AND b.name = 'Queensland';
```

Risultato:

| name    |
|---------|
| Beijing |
| Berlin  |
| Atlanta |

(3 rows)

## Ulteriori esempi ...

```
CREATE VIEW vw_shortestline AS
SELECT b.gid AS gid,
       ST_ASTEXT(ST_SHORTESTLINE(a.the_geom, b.the_geom)) AS text,
       ST_SHORTESTLINE(a.the_geom, b.the_geom) AS the_geom
FROM road a, building b
WHERE a.id=5 AND b.id=22;

CREATE VIEW vw_longestline AS
SELECT b.gid AS gid,
       ST_ASTEXT(ST_LONGESTLINE(a.the_geom, b.the_geom)) AS text,
       ST_LONGESTLINE(a.the_geom, b.the_geom) AS the_geom
FROM road a, building b
WHERE a.id=5 AND b.id=22;
```

```
CREATE VIEW vw_road_centroid AS
SELECT a.gid AS gid, ST_CENTROID(a.the_geom) AS the_geom
FROM road a
WHERE a.id = 1;

CREATE VIEW vw_region_centroid AS
SELECT a.gid AS gid, ST_CENTROID(a.the_geom) AS the_geom
FROM region a
WHERE a.name = 'Saskatchewan';
```

```
SELECT ST_PERIMETER(a.the_geom)
FROM region a
WHERE a.name='Queensland';

SELECT ST_AREA(a.the_geom)
FROM region a
WHERE a.name='Queensland';
```

```
CREATE VIEW vw_simplify AS
SELECT gid, ST_Simplify(the_geom, 20) AS the_geom
FROM road;

CREATE VIEW vw_simplify_more AS
SELECT gid, ST_Simplify(the_geom, 50) AS the_geom
FROM road;
```

```
CREATE VIEW vw_convex_hull AS
SELECT
  ROW_NUMBER() over (order by a.name) AS id,
  a.name AS town,
  ST_CONVEXHULL(ST_COLLECT(a.the_geom)) AS the_geom
FROM building a
GROUP BY a.name;
```

## 16.4.5 In Conclusion

Hai visto come interrogare oggetti spaziali usando le nuove funzioni del database di PostGIS.

## 16.4.6 What's Next?

Ora esaminerai le strutture di geometrie più complesse e come crearle utilizzando PostGIS.

# 16.5 Costruzione delle Geometrie

In questa sezione approfondirai come puoi costruire semplici geometrie con SQL. In realtà userai un GIS come QGIS per creare geometrie complesse con gli strumenti di digitalizzazione; tuttavia, capire come li puoi formulare può essere utile per scrivere interrogazioni e capire come è costruito il database.

**L'obiettivo di questa lezione:** Capire meglio come creare entità spaziali direttamente in PostgreSQL/PostGIS.

## 16.5.1 Crea linee

Torna al database `address`, fai in modo che la tabella delle strade corrisponda alle altre; cioè, avendo un vincolo sulla geometria, un indice e una voce nella tabella `geometry_columns`.

## 16.5.2 Try Yourself



- Modificare la tabella `streets` in modo che abbia una colonna `geometry` di tipo `ST_LineString`.
- Don't forget to do the accompanying update to the `geometry_columns` table!
- Also add a constraint to prevent any geometries being added that are not `LINESTRINGS` or `null`.
- Create a spatial index on the new `geometry` column

*Verifica i risultati*

Inserisci una linea nella tabella `streets`. In questo caso aggiornerai un record di strada esistente:

```
update streets
set the_geom = 'SRID=4326;LINESTRING(20 -33, 21 -34, 24 -33)'
where streets.id=2;
```

Dai un'occhiata ai risultati in QGIS. (Potresti aver bisogno di fare clic-destro del mouse sul vettore `streets` nel pannello "Layers" e scegliere "Zoom sul layer".)

Ora crea altre voci per le strade: alcune in QGIS e altre dalla riga di comando.

## 16.5.3 Crea poligoni

Creare poligoni è altrettanto facile. Una cosa da ricordare è che, per definizione, i poligoni hanno almeno quattro vertici, con l'ultimo e il primo essere coincidenti:

```
insert into cities (name, the_geom)
values ('Tokyo', 'SRID=4326;POLYGON((10 -10, 5 -32, 30 -27, 10 -10))');
```

**Nota:** Un poligono richiede doppie parentesi attorno alla sua lista di coordinate; questo per consentire di aggiungere poligoni complessi con più aree non connesse. Per esempio

```

insert into cities (name, the_geom)
values ('Tokyo Outer Wards',
       'SRID=4326;POLYGON((20 10, 20 20, 35 20, 20 10),
                          (-10 -30, -5 0, -15 -15, -10 -30))'
       );

```

Se hai seguito questo passaggio, puoi verificare cosa ha fatto caricando l'insieme di dati della città in QGIS, aprendo la sua tabella degli attributi e selezionando la nuova voce. Nota come i due nuovi poligoni si comportano come un poligono.

### 16.5.4 Esercizio: Collega delle città alle persone

Per questo esercizio dovresti fare quanto segue:

- Cancella tutti i dati dalla tabella people.
- Add a foreign key column to people that references the primary key of the cities table.
- Usa QGIS per inserire qualche città.
- Usa SQL per inserire qualche nuovo record in people, assicurandoti che ognuno abbia una via e una città associata

Il tuo schema aggiornato dovrebbe assomigliare a qualcosa come questo:

```

\d people
Table "public.people"
  Column      |          Type          | Modifiers
-----+-----+-----
 id           | integer                | not null
              |                        | default nextval('people_id_seq'::regclass)
 name        | character varying(50) |
 house_no    | integer                | not null
 street_id   | integer                | not null
 phone_no    | character varying     |
 the_geom    | geometry               |
 city_id     | integer                | not null
Indexes:
 "people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
 "people_name_idx" btree (name)
Check constraints:
 "people_geom_point_chk" CHECK (st_geometrytype(the_geom) =
                                'ST_Point'::text OR the_geom IS NULL)
Foreign-key constraints:
 "people_city_id_fkey" FOREIGN KEY (city_id) REFERENCES cities(id)
 "people_street_id_fkey" FOREIGN KEY (street_id) REFERENCES streets(id)

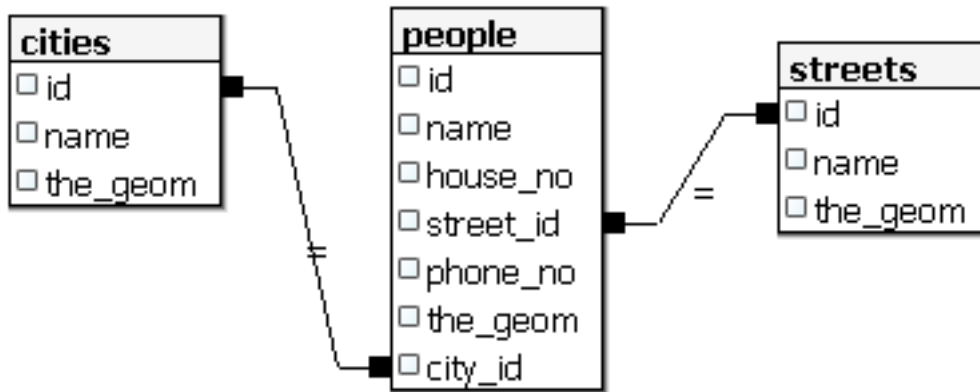
```

*Verifica i risultati*

### 16.5.5 Guarda lo schema

Adesso lo schema dovrebbe assomigliare a questo:





### 16.5.6 Try Yourself



Crea limiti di città calcolando il minimopoligono convesso di tutti gli indirizzi per quella città e calcolando un buffer attorno a quell'area.

### 16.5.7 Accedi agli oggetti

Con le funzioni del modello SFS, hai una vasta gamma di opzioni per accedere agli oggetti di Geometrie SFS. Se vuoi selezionare il primo vertice di ogni poligono nella tabella myPolygonTable, devi fare in questo modo:

- Trasforma il poligono di confine in una linea:

```
select st_boundary(geometry) from myPolygonTable;
```

- Seleziona il primo vertice della linea risultante:

```
select st_startpoint(myGeometry)
from (
  select st_boundary(geometry) as myGeometry
  from myPolygonTable) as foo;
```

### 16.5.8 Elaborazione

PostGIS supporta tutte le funzioni conformi agli standard OGC SFS/MM. Tutte queste funzioni iniziano ST\_.

### 16.5.9 Ritaglio

Per ritagliare una parte dei dati puoi usare la funzione ST\_INTERSECT(). Per evitare geometrie vuote usa:

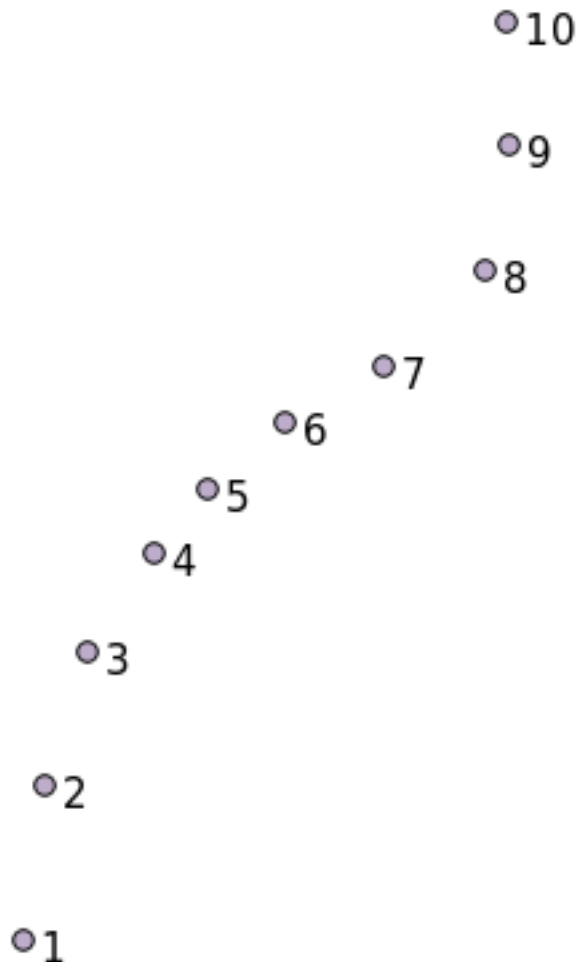
```
where not st_isempty(st_intersection(a.the_geom, b.the_geom))
```

```
select st_intersection(a.the_geom, b.the_geom), b.*
from clip as a, road_lines as b
where not st_isempty(st_intersection(st_setsrid(a.the_geom, 32734),
  b.the_geom));
```



### 16.5.10 Costruisci geometrie da altre geometrie

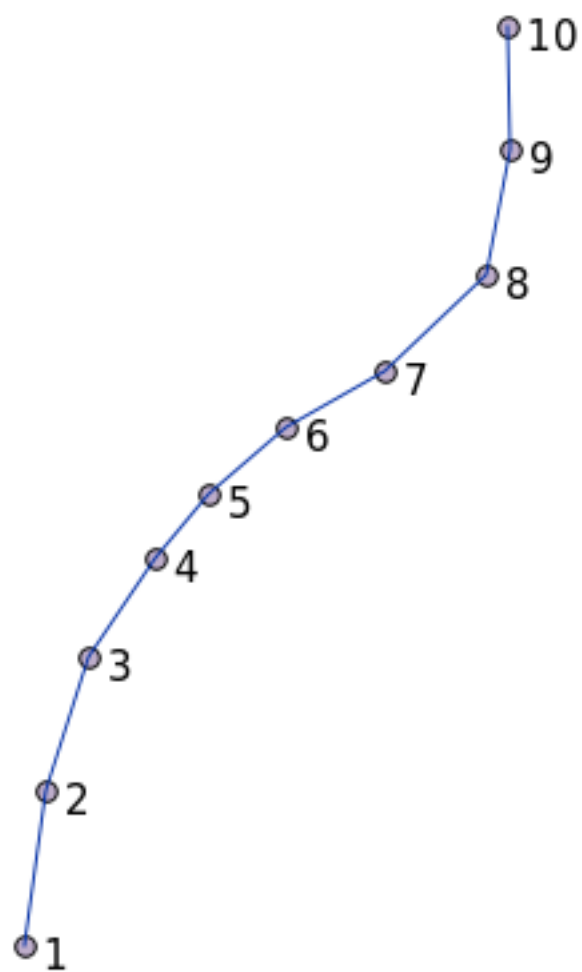
Da una determinata tabella di punti, vuoi generare una linea. L'ordine dei punti è definito dal loro `id`. Un altro metodo per ordinare potrebbe essere una tabella oraria, come quello che si ottiene quando si acquisiscono punti con un ricevitore GPS.



Per creare una linea da un vettore punti chiamato “points”, puoi eseguire il seguente comando:

```
select ST_LineFromMultiPoint(st_collect(the_geom)), 1 as id
from (
  select the_geom
  from points
  order by id
) as foo;
```

Per vedere come funziona senza creare un nuovo livello, è possibile eseguire questo comando anche sul livello “people”, anche se ovviamente sarebbe poco consueto.



### 16.5.11 Pulire la geometria

È possibile ottenere ulteriori informazioni su questo argomento in [questo blogpost](#).

### 16.5.12 Differenze tra tabelle

Per rilevare la differenza tra due tabelle con la stessa struttura, è possibile utilizzare la parola PostgreSQL `EXCEPT`:

```
select * from table_a
except
select * from table_b;
```

Come risultato, otterrai tutti i record di `table_a` che non sono memorizzati in `table_b`.

### 16.5.13 Archiviazione delle tabelle

Puoi definire dove postgres deve memorizzare i propri dati su disco creando tablespaces:

```
CREATE TABLESPACE homespace LOCATION '/home/pg';
```

Se crei un database puoi allora specificare quale spazio di archiviazione usare ad esempio:

```
createdb --tablespace=homespace t4a
```

### 16.5.14 In Conclusion

Hai imparato come creare geometrie più complesse usando le istruzioni PostGIS. Tieni presente che questo è per migliorare la tua conoscenza quando lavori con database spaziali tramite un GIS. Di solito non è necessario inserire queste affermazioni manualmente, ma avere un'idea generale della loro struttura ti aiuterà quando utilizzi un GIS, specialmente se incontri errori che altrimenti sembrerebbero incomprensibili.



---

## La guida di Processing di QGIS

---

Questo modulo è stato fornito da Victor Olaya e Paolo Cavallini.

Contenuti:

### 17.1 Introduzione

Questa guida descrive come usare l'ambiente Processing di QGIS. Non si presuppone precedente conoscenza dell'ambiente di Processing o di qualunque altra applicazione ad esso collegata. Si presuppone una conoscenza di base di QGIS. I capitoli riguardanti lo scripting danno per scontato che tu abbia conoscenze di base di Python e delle API Python di QGIS.

Questa guida è pensata per l'autoapprendimento o per essere utilizzata in un seminario su processing.

Gli esempi in questa guida utilizzano QGIS 3.4. Possono non funzionare o non essere disponibili per versioni diverse da questa.

Questa guida comprende un insieme di piccoli esercizi a difficoltà crescente. Se non hai mai usato l'ambiente di Processing, dovresti cominciare dall'inizio. Se hai già una qualche esperienza precedente, sentiti libero di saltare alcune lezioni. Esse sono più o meno indipendenti le une dalle altre, e ognuna introduce alcuni concetti nuovi o qualche nuovo elemento, i quali sono indicati nel titolo del capitolo e nella breve introduzione all'inizio di ogni capitolo. Ciò dovrebbe rendere semplice individuare le lezioni che riguardano un particolare argomento.

Per una descrizione sistematica di tutti i componenti dell'ambiente e del loro utilizzo, è fortemente consigliato controllare il capitolo corrispondente nel manuale di QGIS. Usalo come testo di supporto durante questa guida.

Tutti gli esercizi in questa guida usano dati liberamente scaricabili usati attraverso il manuale di formazione e si riferiscono alla sezione dal *Dati*. Il file zip da scaricare contiene diverse cartelle che corrispondono a ciascuna delle lezioni questa guida. In ognuna di esse troverai un file di progetto di QGIS. Semplicemente, aprilo e sarai pronto per iniziare la lezione.

Buon divertimento!

## 17.2 Una raccomandazione importante prima di iniziare

Just like the manual of a word processor doesn't teach you how to write a novel or a poem, or a CAD tutorial doesn't show you how to calculate the size of a beam for a building, this guide will not teach you spatial analysis. Instead, it will show you how to use the QGIS Processing framework, a powerful tool for performing spatial analysis. It is up to you to learn the required concepts that are needed to understand that type of analysis. Without them, there is no point in using the framework and its algorithms, although you might be tempted to try.

Mostriamolo con un esempio

Dato un insieme di punti e un valore ad ogni punto, è possibile calcolare un raster utilizzando il geoalgoritmo *Kriging*. La finestra di dialogo dei parametri per quel modulo è la seguente.

It looks complex, right?

leggendo questo manuale imparerai come usare questo modulo, come eseguire eseguire il processo in seri per creare il layer da centinaia di punti da un singolo comando o cosa succede se il layer di input ha alcuni punti selezionati. Tuttavia, i parametri stessi non sono spiegati. Un analista esperto con una buona conoscenza della geostatistica non avrà problemi nel comprendere questi parametri. Se non sei uno di loro e *sill*, *range* o *nugget* non ti sono familiari, non dovresti usare il modulo *Kriging*. Più che quello tu sei lontano da essere pronto a usare il modulo di *Kriging*, poiché richiede di apprendere concetti come autocorrelazione spaziale o semivariogrammi, che probabilmente non hai mai sentito prima, o almeno non hai studiato abbastanza a lungo . Dovresti prima studiarli e comprenderli, e poi tornare a



QGIS per eseguirlo ed eseguire l'analisi. È probabile che questo studio porti a risultati scarsi (e molto probabilmente inutili).

Sebbene non tutti gli algoritmi siano complessi come kriging (ma alcuni di essi sono più complessi!), si tratta di comprendere l'analisi fondamentale su cui si basano. Senza questa conoscenza, il loro utilizzo molto probabilmente porterà a risultati mediocri.

Usare i geoalgoritmi senza una buona abse di analisi spaziale è come provare a scrivere una novella senza conoscere la grammatica o la sintassi e sednza avere nessuna conoscenza di come narrare una storia. Potresti avere un risultato, ma probabilmente non ha alcun valore. Per favore, non ingannare te stesso e pensare che sei già in grado di eseguire analisi spaziali e ottenere risultati sonori. Devi studiare l'analisi spaziale.

Qui ci sono dei riferimenti che puoi leggere per imparare di più sull'analisi spaziale.

*Geospatial Analysis (3rd Edition): A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools* Michael John De Smith, Michael F. Goodchild, Paul A. Longley

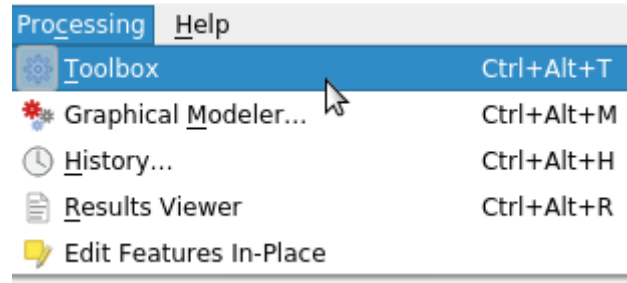
It is available online [here](#)

## 17.3 Setting-up the processing framework

The first thing to do before using the processing framework is to configure it. There is not much to set-up, so this is an easy task.

Later on we will show how to configure the external applications that are used for extending the list of available algorithms, but for now we are just going to work with the framework itself.

The processing framework is a core QGIS plugin, which means that it should already be installed in your system, since it is included with QGIS. In case it is active, you should see a menu called *Processing* in your menu bar. There you can access all the framework components.



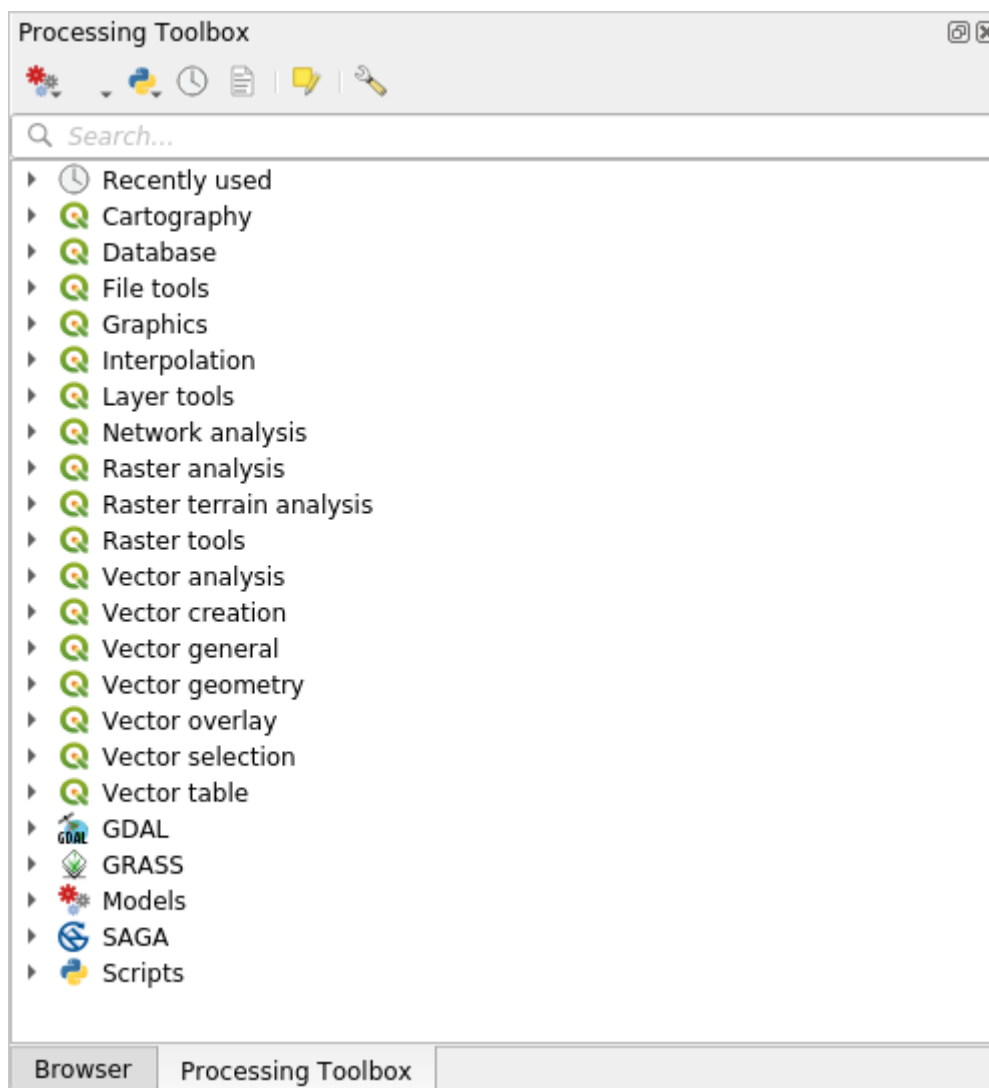
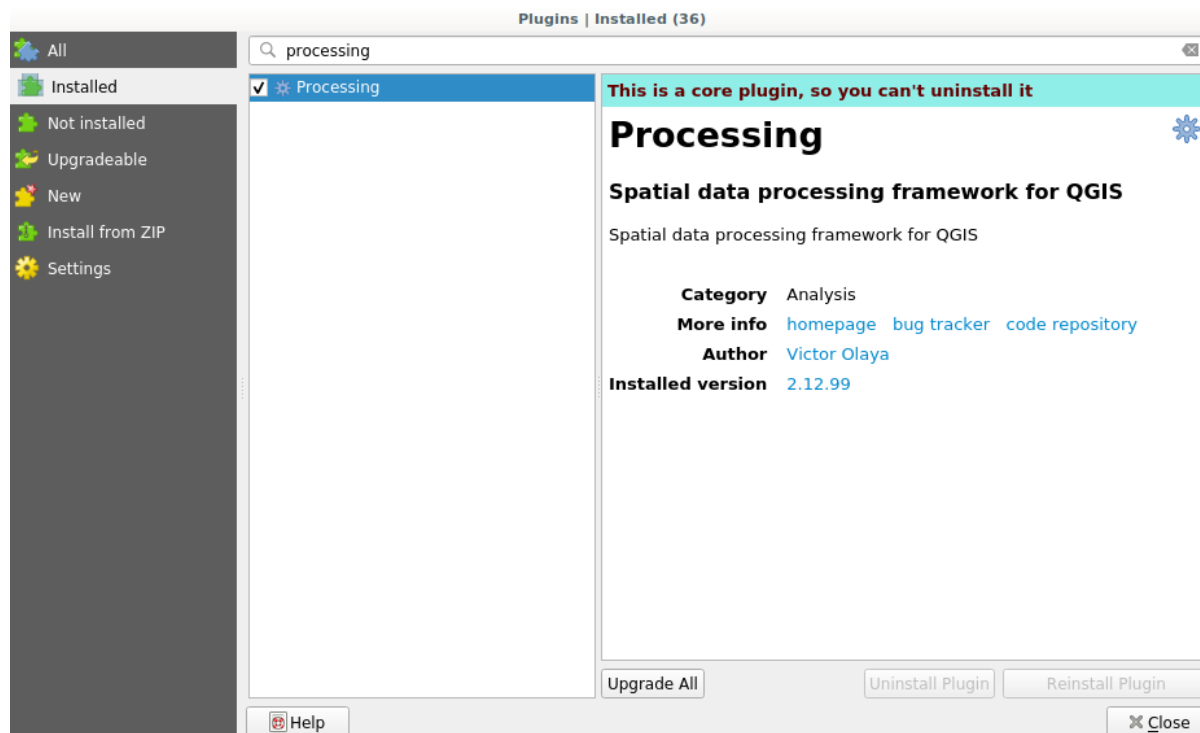
If you cannot find that menu, you have to enable the plugin by going to the plugin manager and activating it.

The main element that we are going to work with is the toolbox. Click on the corresponding menu entry and you will see the toolbox docked at the right side of the QGIS window.

The toolbox contains a list of all the available algorithms, divided in groups called *Providers*. Providers can be (de)activated in the *Settings* [\[?\]](#) *Options* [\[?\]](#) *Processing*. We will discuss that dialog later in this manual.

By default, only providers that do not rely on third-party applications (that is, those that only require QGIS elements to be run) are active. Algorithms requiring external applications might need additional configuration. Configuring providers is explained in a later chapter in this manual.

If you have reached this point, now you are ready to use geoalgorithms. There is no need to configure anything else by now. We can already run our first algorithm, which we will do in the next lesson.

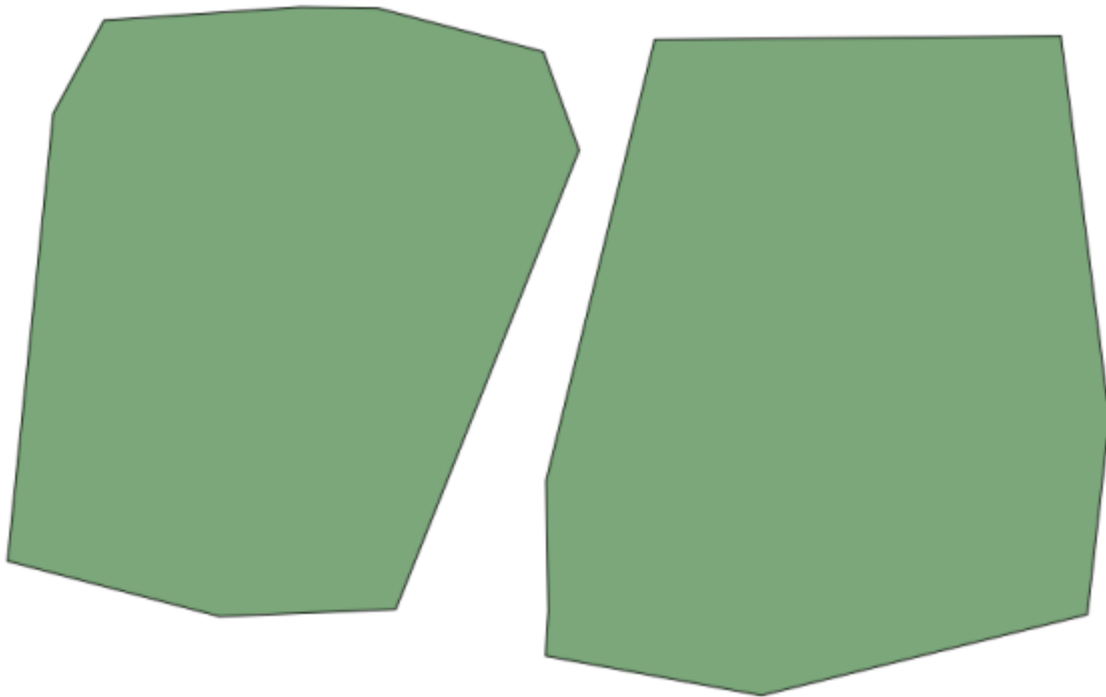


## 17.4 Running our first algorithm. The toolbox

**Nota:** In this lesson we will run our first algorithm, and get our first result from it.

As we have already mentioned, the processing framework can run algorithms from other applications, but it also contains native algorithms that need no external software to be run. To start exploring the processing framework, we are going to run one of those native algorithms. In particular, we are going to calculate the centroids of set of polygons.

First, open the QGIS project corresponding to this lesson. It contains just a single layer with two polygons



Now go to the text box at the top of the toolbox. That is the search box, and if you type text in it, it will filter the list of algorithms so just those ones containing the entered text are shown. If there are algorithms that match your search but belong to a provider that is not active, an additional label will be shown in the lower part of the toolbox.

Type `centroids` and you should see something like this.

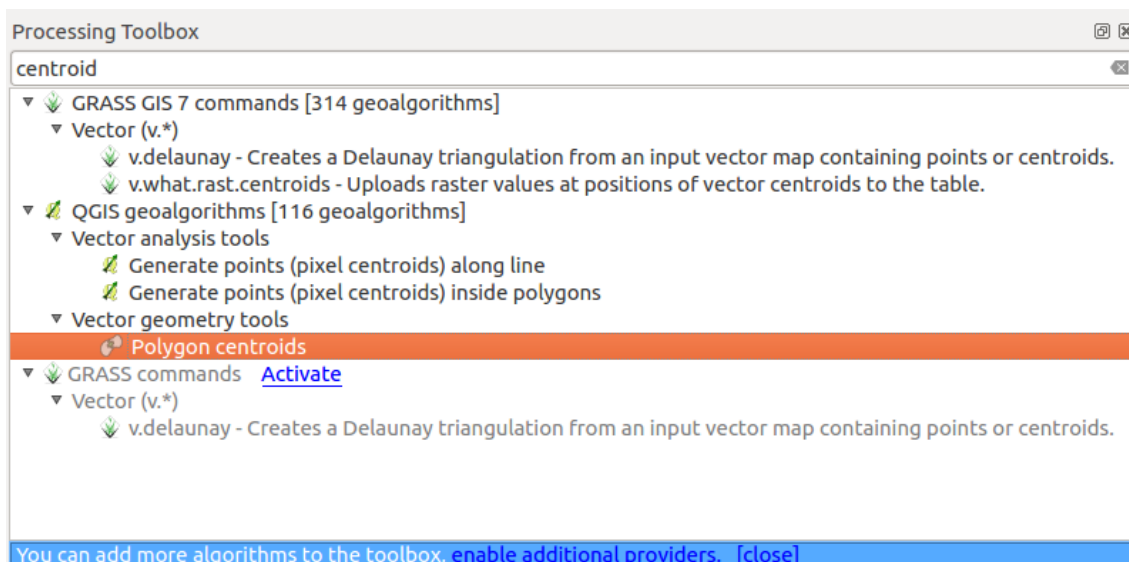
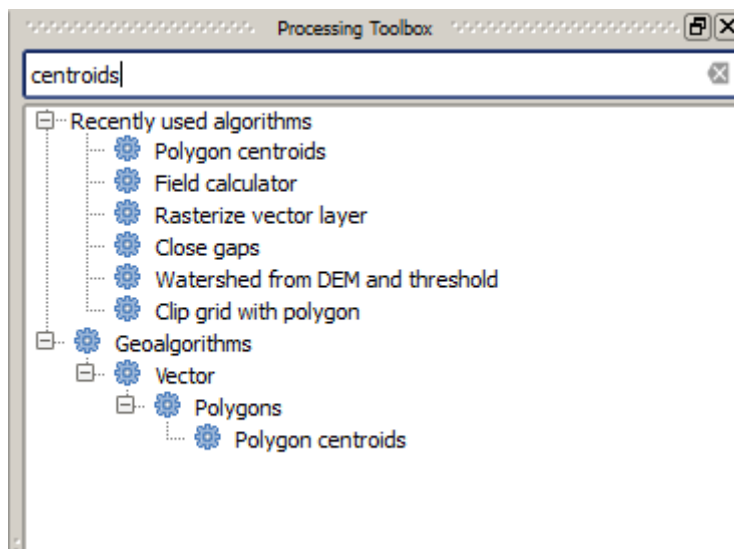
The search box is a very practical way of finding the algorithm you are looking for. At the bottom of the dialog, an additional label shows that there are algorithms that match your search but belong to a provider that is not active. If you click on the link in that label, the list of algorithms will also include results from those inactive providers, which will be shown in light gray. A link to activate each inactive provider is also shown. We'll see later how to activate other providers.

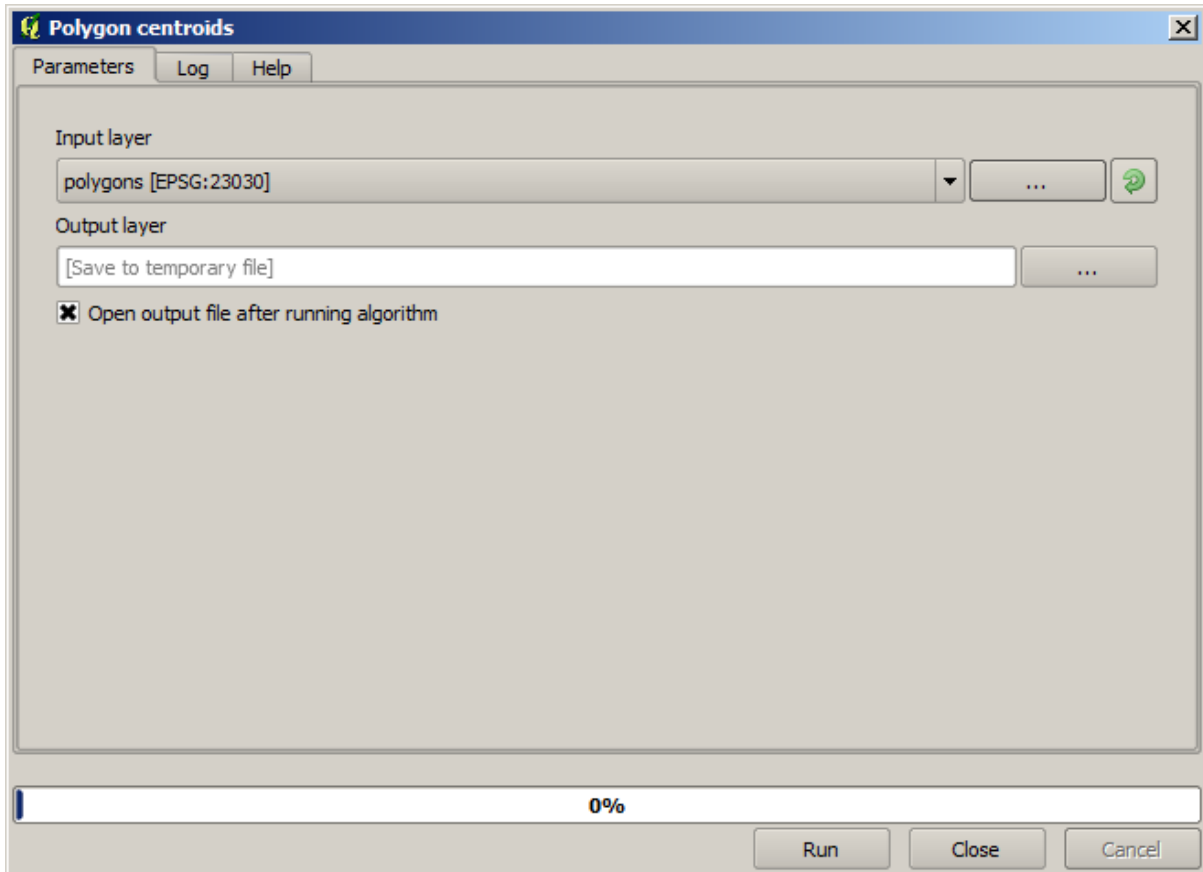
To execute an algorithm, you just have to double-click on its name in the toolbox. When you double-click on the *Polygon centroids* algorithm, you will see the following dialog.

All algorithms have a similar interface, which basically contains input parameters that you have to fill, and outputs that you have to select where to store. In this case, the only input we have is a vector layer with polygons.

Select the *Polygons* layer as input. The algorithm has a single output, which is the centroids layer. There are two options to define where a data output is saved: enter a filepath or save it to a temporary filename

In case you want to set a destination and not save the result in a temporary file, the format of the output is defined by the filename extension. To select a format, just select the corresponding file extension (or add it if you are directly typing the filepath instead). If the extension of the filepath you entered does not match any of the supported ones, a





default extension (usually `.dbf` for tables, `.tif` for raster layers and `.shp` for vector ones) will be appended to the filepath and the file format corresponding to that extension will be used to save the layer or table.

In all the exercises in this guide, we will be saving results to a temporary file, since there is no need to save them for a later use. Feel free to save them to a permanent location if you want to.

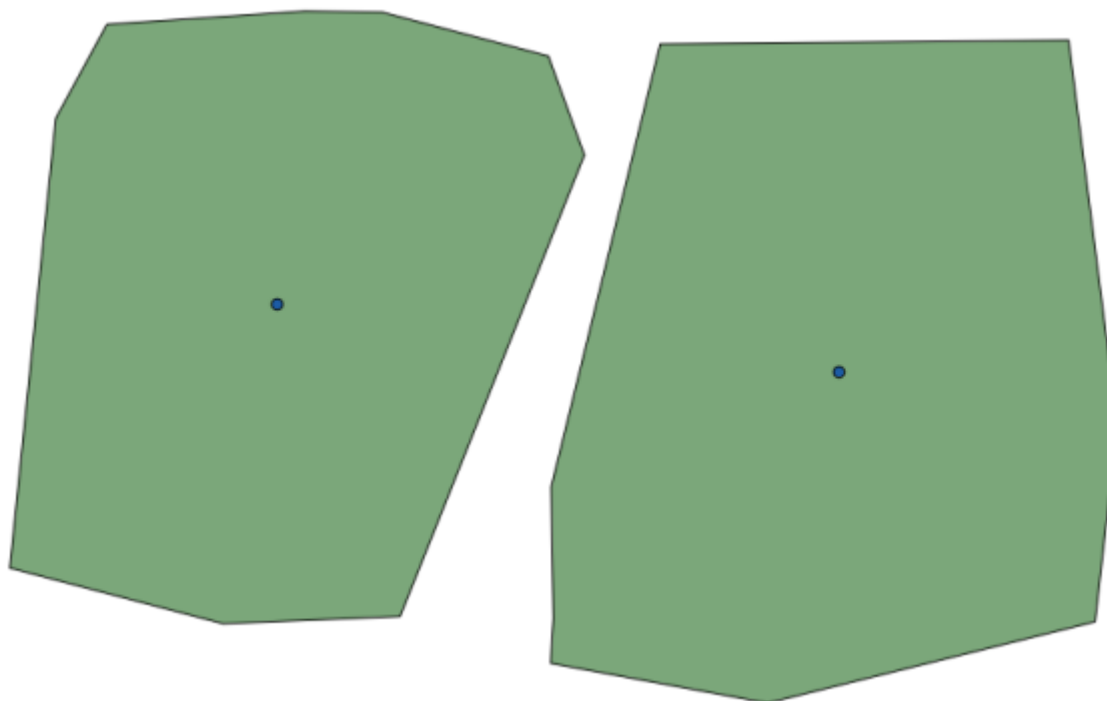
**Avvertimento:** Temporary files are deleted once you close QGIS. If you create a project with an output that was saved as a temporary output, QGIS will complain when you try to open back the project later, since that output file will not exist.

Once you have configured the algorithm dialog, press *Run* to run the algorithm.

You will get the following output.

The output has the same CRS as the input. Geographical algorithms assumes all input layers share the same CRS and do not perform any reprojection. Except in the case of some special algorithms (for instance, reprojection ones), the outputs will also have that same CRS. We will see more about this soon.

Try yourself saving it using different file formats (use, for instance, `shp` and `geojson` as extensions). Also, if you do not want the layer to be loaded in QGIS after it is generated, you can check off the checkbox that is found below the output path box.



## 17.5 More algorithms and data types

---

**Nota:** In this lesson we will run three more algorithms, learn how to use other input types, and configure outputs to be saved to a given folder automatically.

---

For this lessons we will need a table and a polygons layer. We are going to create a points layer based on coordinates in the table, and then count the number of points in each polygon. If you open the QGIS project corresponding to this lesson, you will find a table with X and Y coordinates, but you will find no polygons layer. Don't worry, we will create it using a processing gealgorithm.

The first thing we are going to do is to create a points layer from the coordinates in the table, using the *Points layer from table* algorithm. You now know how to use the search box, so it should not be hard for you to find it. Double-click on it to run it and get to its following dialog.

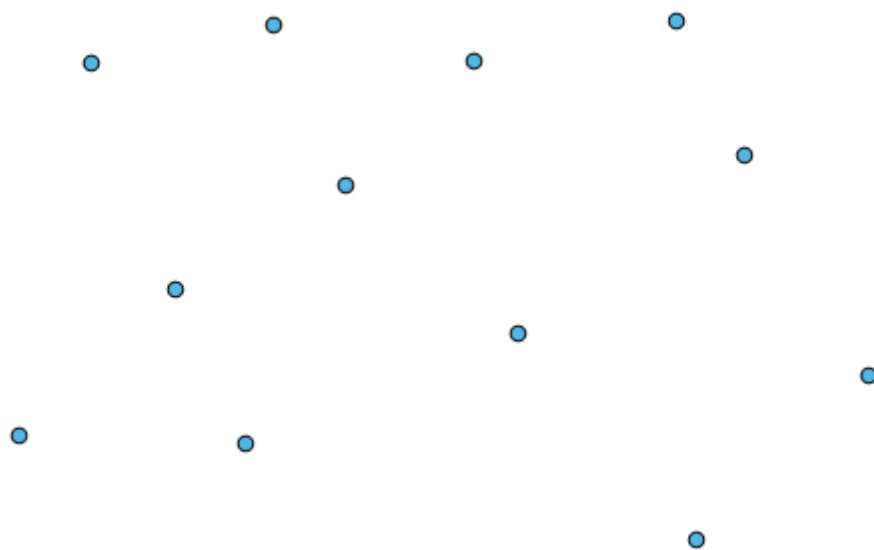
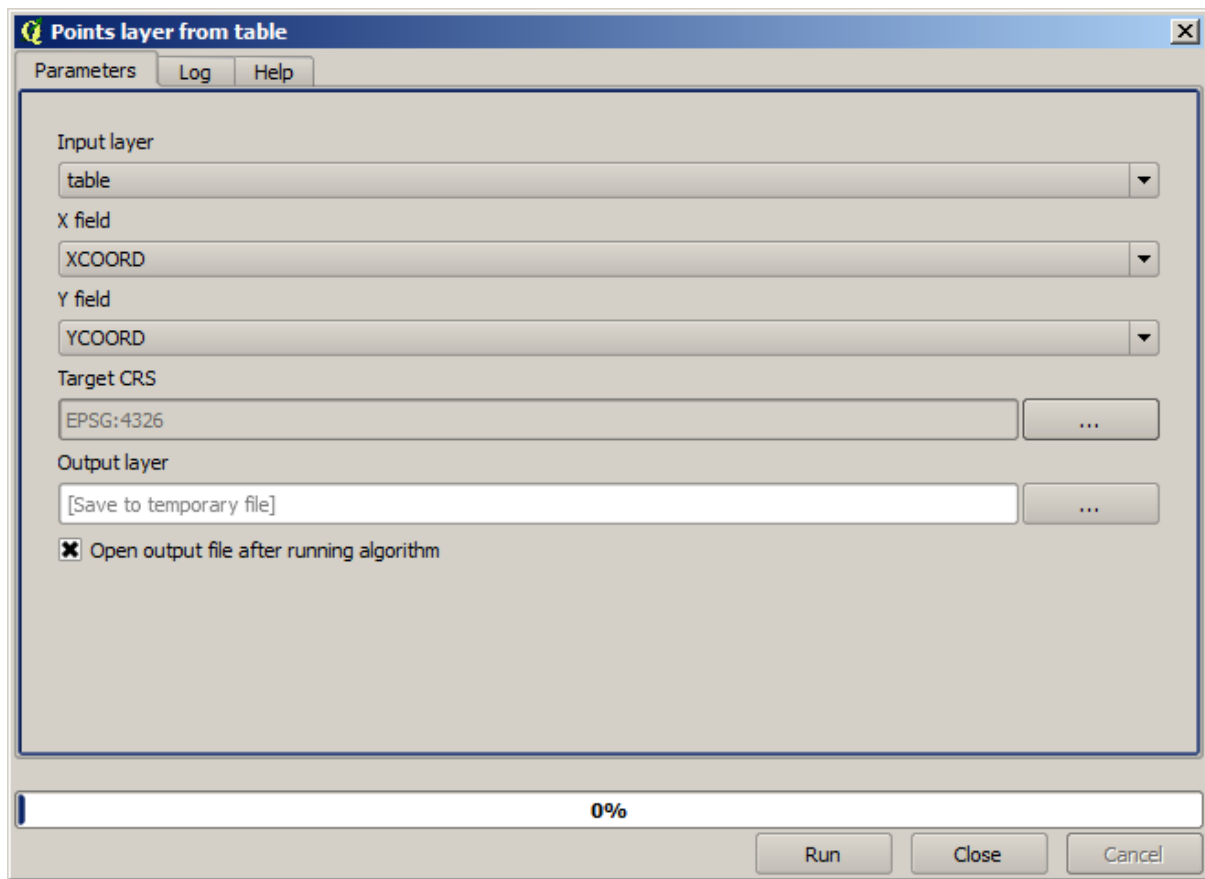
This algorithm, like the one from the previous lesson, just generates a single output, and it has three inputs:

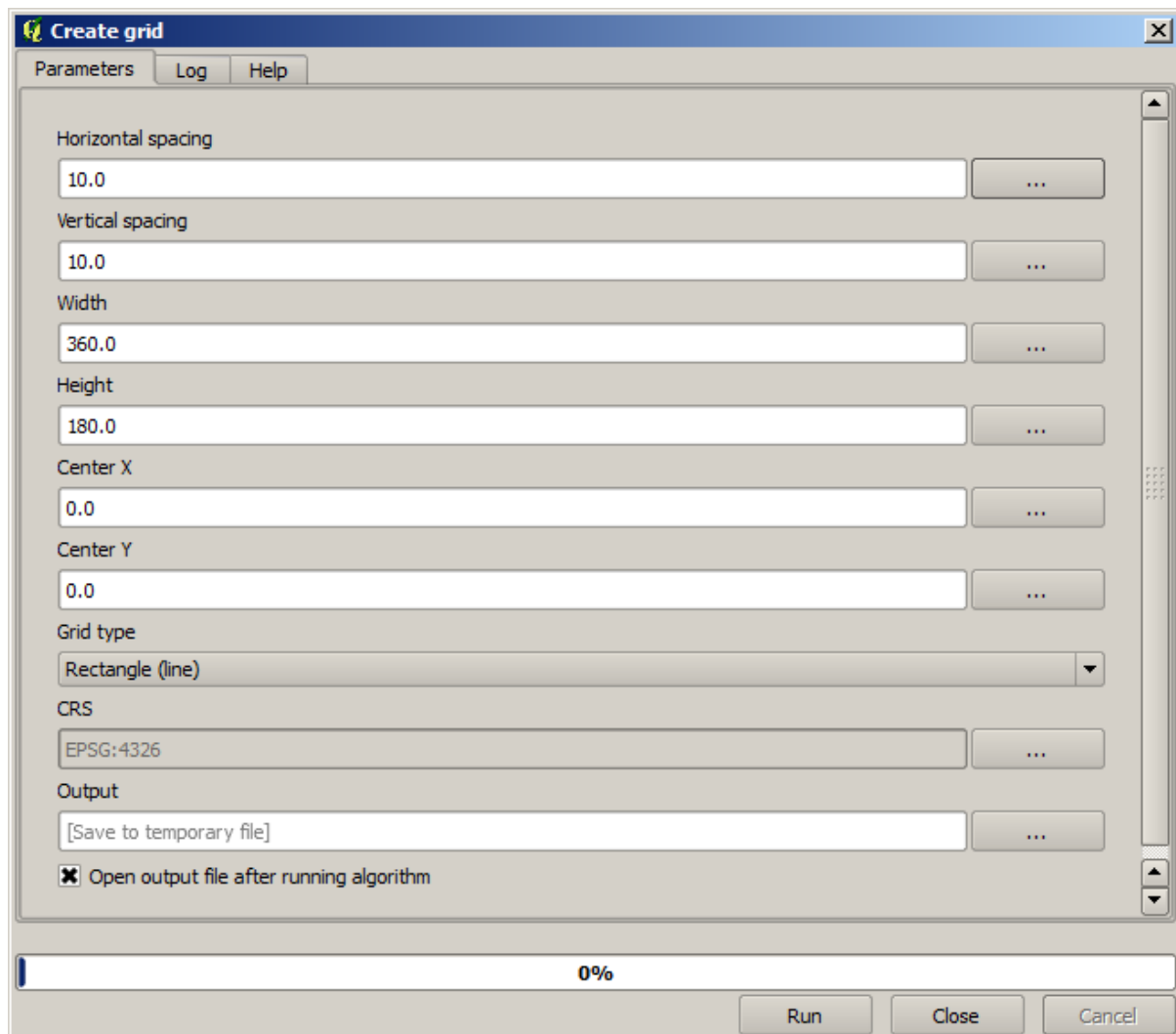
- *Table:* the table with the coordinates. You should select here the table from the lesson data.
- *X and Y fields:* these two parameters are linked to the first one. The corresponding selector will show the name of those fields that are available in the selected table. Select the *XCOORD* field for the *X* parameter, and the *YYCOORD* field for the *Y* parameter.
- *CRS:* Since this algorithm takes no input layers, it cannot assign a CRS to the output layer based on them. Instead, it asks you to manually select the CRS that the coordinates in the table use. Click on the button on the left-hand side to open the QGIS CRS selector, and select EPSG:4326 as the output CRS. We are using this CRS because the coordinates in the table are in that CRS.

Your dialog should look like this.

Now press the *Run* button to get the following layer (you may need to zoom full to reenter the map around the newly created points):

The next thing we need is the polygon layer. We are going to create a regular grid of polygons using the *Create grid* algorithm, which has the following parameters dialog.

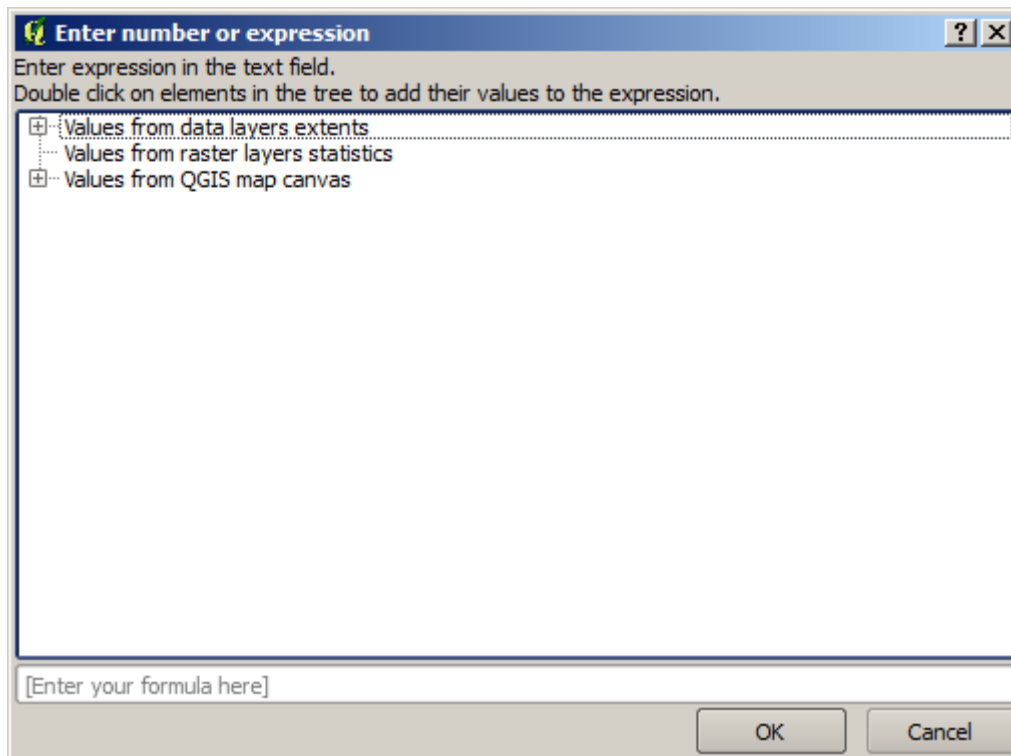






**Avvertimento:** The options are simpler in recent versions of QGIS; you just need to enter min and max for X and Y (suggested values: -5.696226,-5.695122,40.24742,40.248171)

The inputs required to create the grid are all numbers. When you have to enter a numerical value, you have two options: typing it directly on the corresponding box or clicking the button on the right-hand side to get to a dialog like the one shown next.



The dialog contains a simple calculator, so you can type expressions such as  $11 * 34.7 + 4.6$ , and the result will be computed and put in the corresponding text box in the parameters dialog. Also, it contains constants that you can use, and values from other layers available.

In this case, we want to create a grid that covers the extent of the input points layer, so we should use its coordinates to calculate the center coordinate of the grid and its width and height, since those are the parameters that the algorithm takes to create the grid. With a little bit of math, try to do that yourself using the calculator dialog and the constants from the input points layer.

Select *Rectangles (polygons)* in the *Type* field.

As in the case of the last algorithm, we have to enter the CRS here as well. Select EPSG:4326 as the target CRS, as we did before.

In the end, you should have a parameters dialog like this:

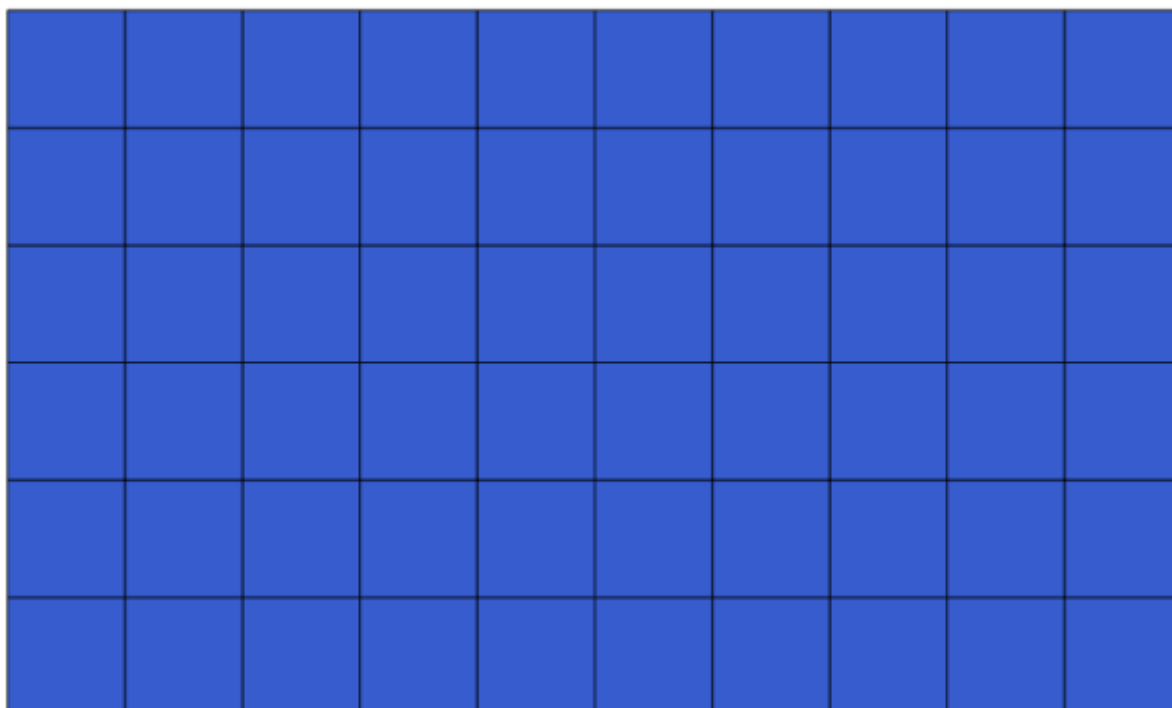
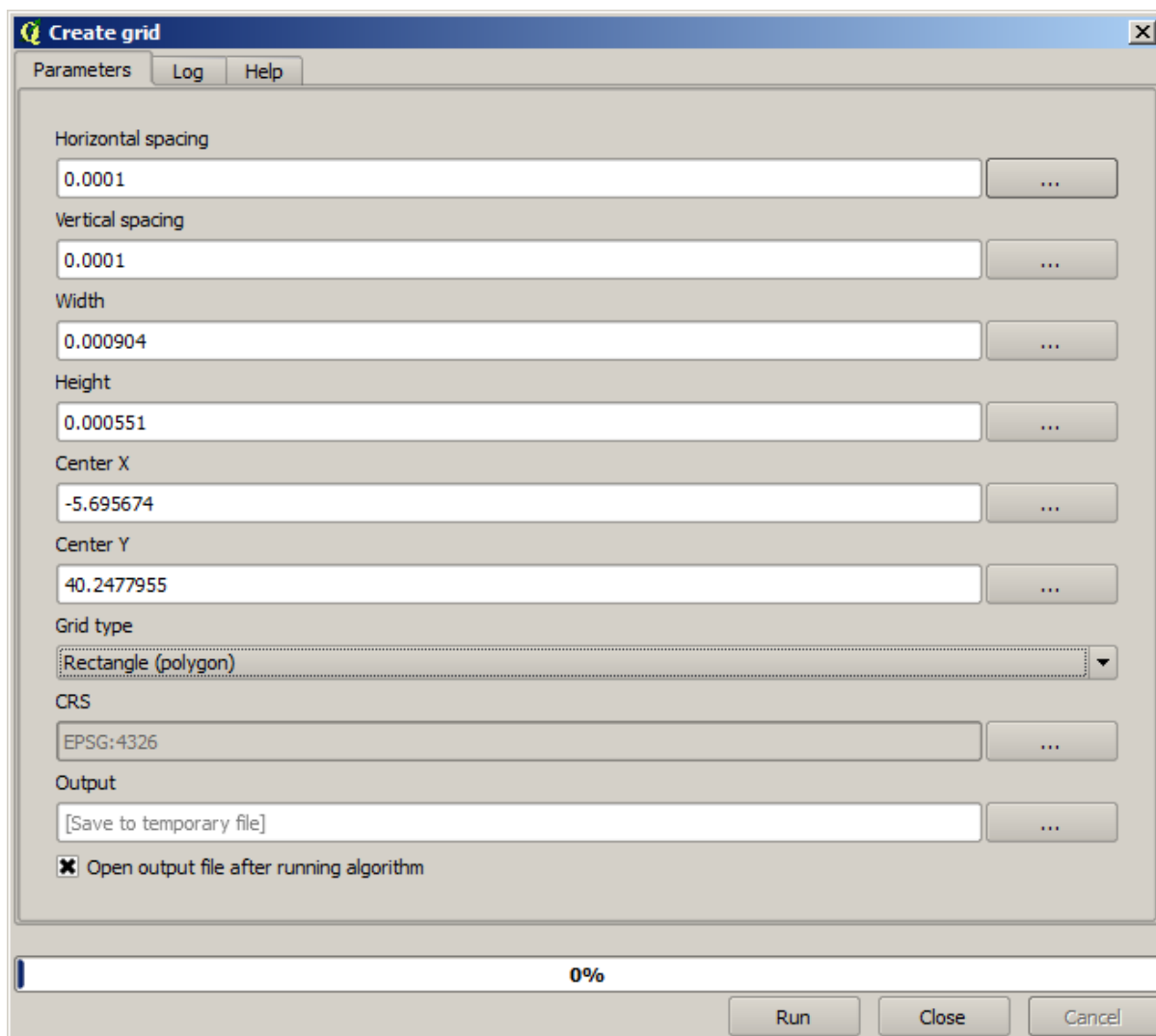
(Better add one spacing on the width and height: Horizontal spacing: 0.0001, Vertical spacing: 0.0001, Width: 0.001004, Height: 0.000651, Center X: -5.695674, Center Y: 40.2477955) The case of X center is a bit tricky, see:  $-5.696126 + ((-5.695222 + 5.696126) / 2)$

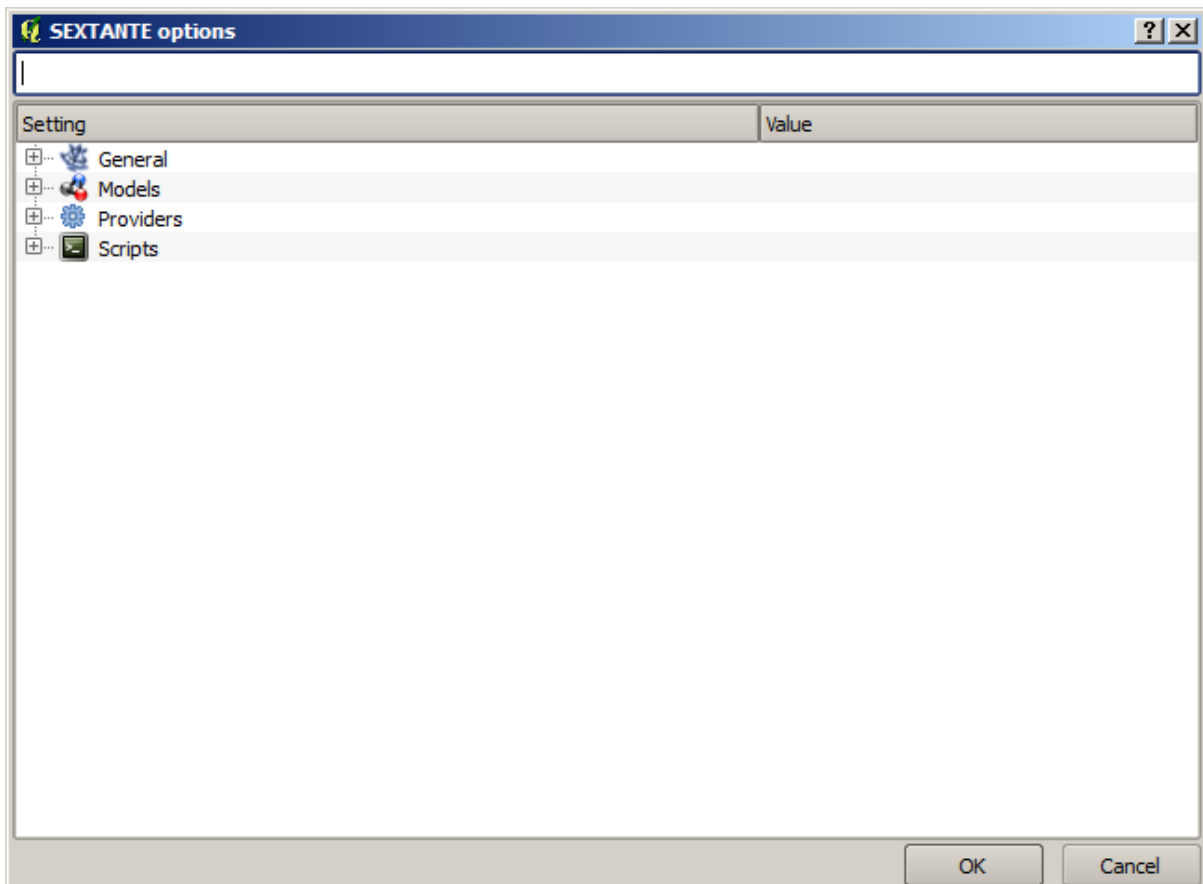
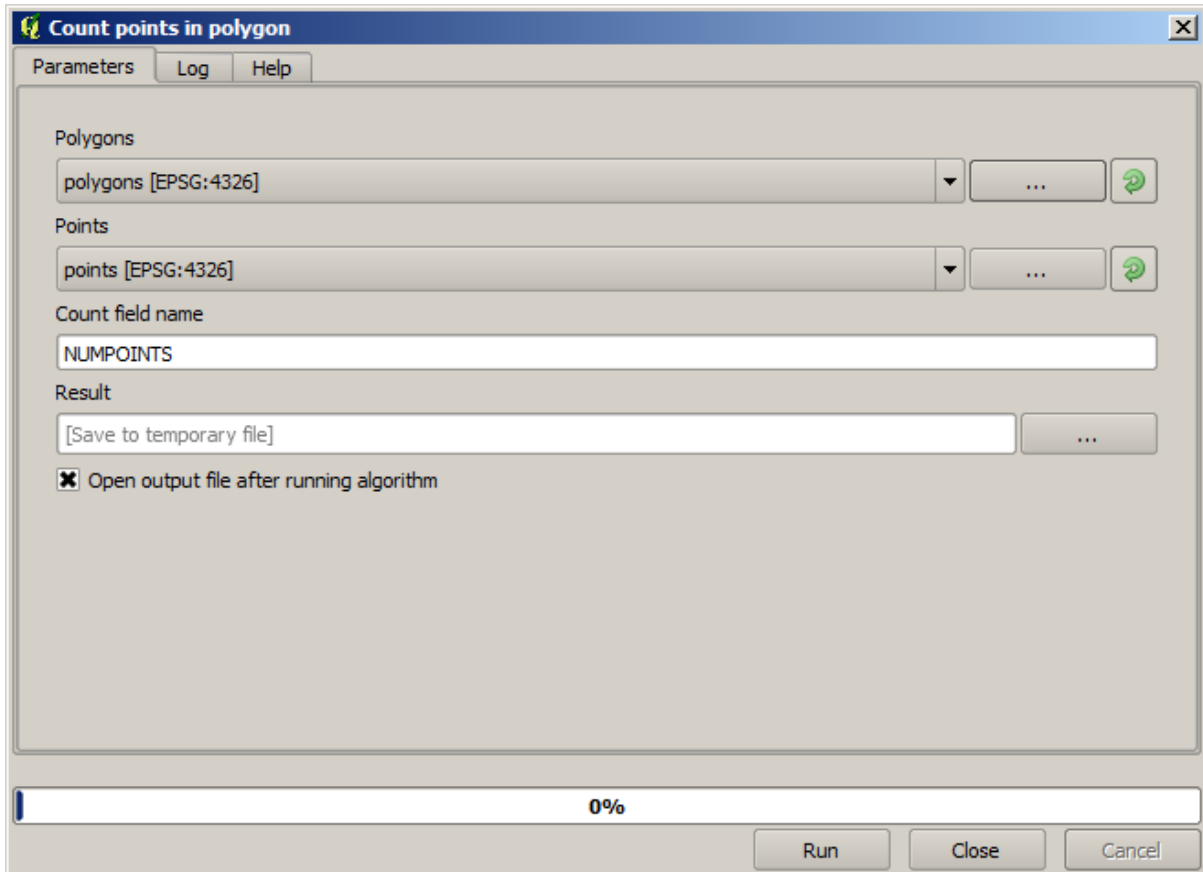
Press *Run* and you will get the graticule layer.

The last step is to count the points in each one of the rectangles of that graticule. We will use the *Count points in polygons* algorithm.

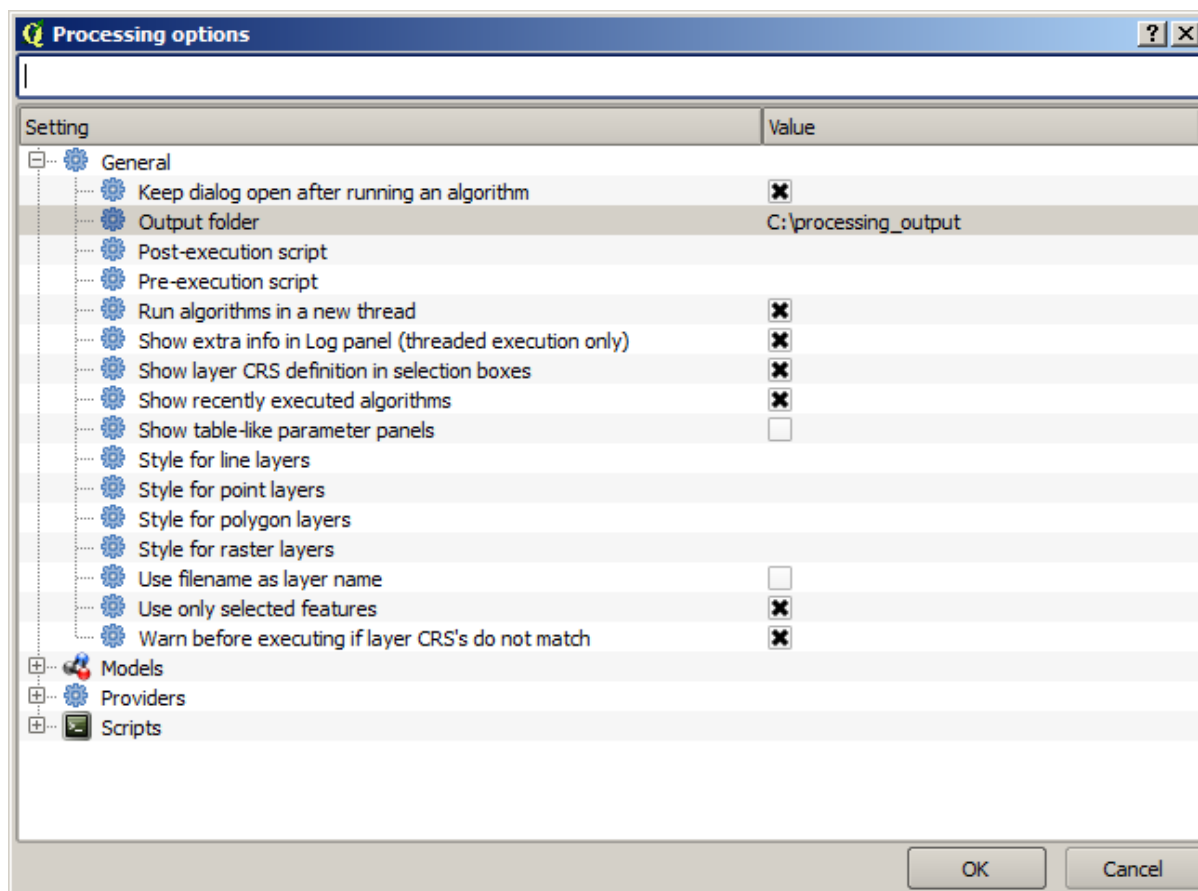
Now we have the result we were looking for.

Before finishing this lesson, here is a quick tip to make your life easier in case you want to persistently save your data. If you want all your output files to be saved in a given folder, you do not have to type the folder name each time. Instead, go to the processing menu and select the *Options and configuration* item. It will open the configuration dialog.





In the *Output folder* entry that you will find in the *General* group, type the path to your destination folder.



Now when you run an algorithm, just use the filename instead of the full path. For instance, with the configuration shown above, if you enter `graticule.shp` as the output path for the algorithm that we have just used, the result will be saved in `D:\processing_output\graticule.shp`. You can still enter a full path in case you want a result to be saved in a different folder.

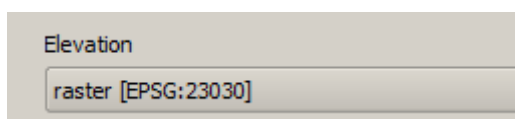
Try yourself the *Create grid* algorithm with different grid sizes, and also with different types of grids.

## 17.6 CRS. Riproiezione

**Nota:** In questa lezione parleremo di come Processing tratta i CRS. Vedremo anche algoritmo molto utile: riproiezione.

I CRS sono una grande fonte di confusione per gli utenti di QGIS Processing, per cui ecco alcune regole generali su come sono maneggiati dai geosalgoritmi quando si crea un nuovo vettore.

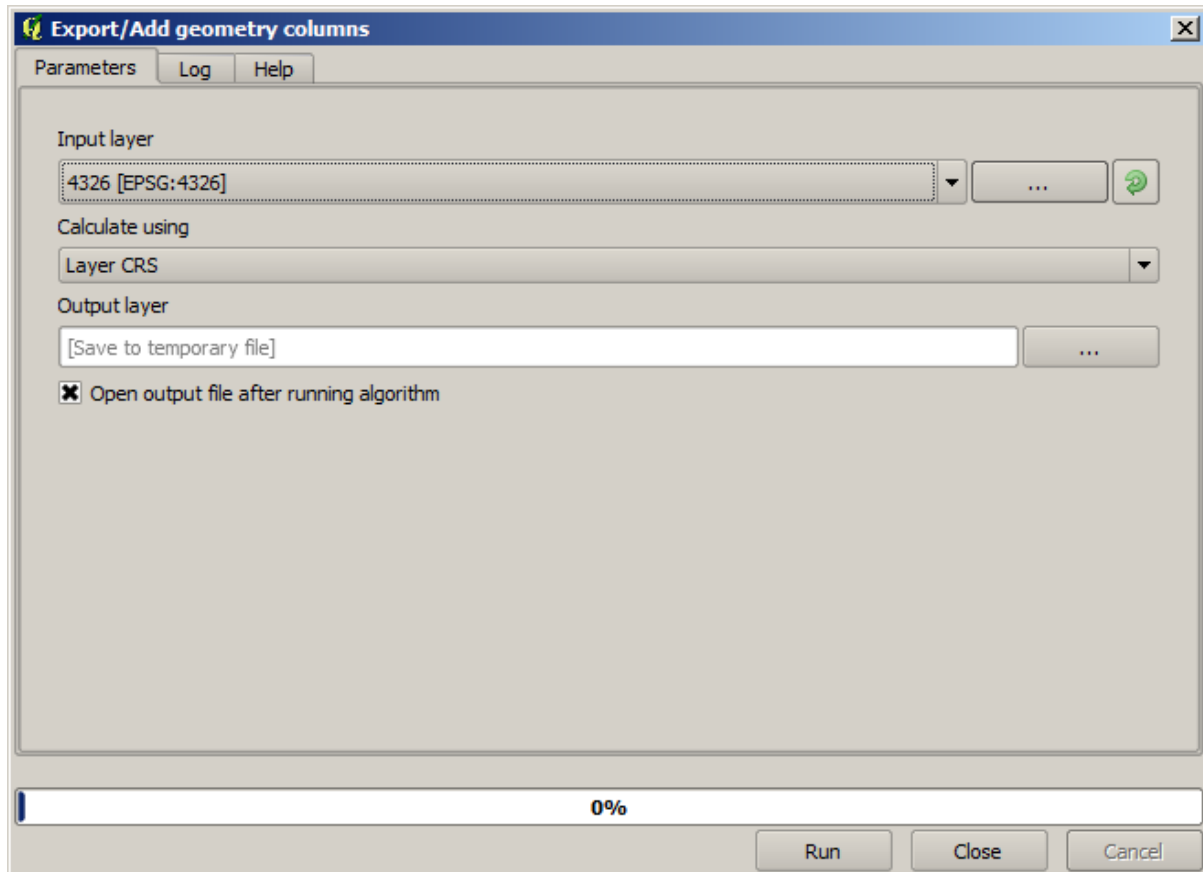
- Se ci sono vettori in ingresso, sarà utilizzato il CRS del primo vettore. Si presuppone che tale CRS sia quello di tutti i vettori in ingresso, siccome dovrebbe essere lo stesso per tutti. Se utilizzi vettori con CRS che non corrispondono, QGIS te lo notificherà. Nota che il CRS dei vettori in ingresso è mostrato insieme al suo nome nella finestra di dialogo dei parametri.



- Se non ci sono layer in ingresso, userà il SR del progetto, a meno che l'algoritmo non contenga un campo SR specifico (come è successo nell'ultima lezione con l'algoritmo del reticolo)

Apri il progetto corrispondente a questa lezione: noterai due vettori denominati 23030 e 4326. Entrambi contengono gli stessi punti, ma in CRS differenti (EPSG:23030 e EPSG:4326). Essi appaiono nella stessa posizione perché QGIS sta riproiettando al volo nel CRS del progetto (EPSG:4326), ma in realtà non rappresentano lo stesso vettore.

Apri l'algoritmo *Esporta/Aggiungi colonne geometriche*.



Questo algoritmo aggiunge nuove colonne alla tabella degli attributi di un vettore. Il contenuto delle colonne dipende dal tipo di geometria del vettore. Nel caso di punti, aggiunge nuove colonne con le coordinate X e Y di ogni punto.

Nella lista dei vettori disponibili che troverai nel campo del vettore in ingresso, vedrai ognuno di essi con il CRS corrispondente. Ciò significa che, sebbene appaiano nella stessa posizione sulla mappa, saranno trattati diversamente. Seleziona il vettore 4326.

L'altro parametro dell'algoritmo permette di definire come l'algoritmo utilizza le coordinate per calcolare il nuovo valore che sarà aggiunto al vettore risultante. La maggior parte degli algoritmi non ha un'opzione simile, e usa direttamente le coordinate. Seleziona l'opzione *CRS del vettore* per usare le coordinate così come sono. Questo è il modo con cui funzionano quasi tutti gli algoritmi.

Dovresti ottenere un nuovo vettore con gli stessi identici punti degli altri due vettori. Se fai click con il tasto destro sul nome del vettore e apri le sue proprietà, vedrai che ha lo stesso CRS del vettore in ingresso, che è EPSG:4326. Quando il vettore è caricato all'interno di QGIS, non ti sarà chiesto di inserire il CRS del vettore poiché QGIS già lo conosce.

Se apri la tabella degli attributi del nuovo vettore, vedrai che conterrà due nuovi campi con le coordinate X e Y di ogni punto.

Questi valori di coordinate sono forniti dal SR del layer, poiché abbiamo scelto questa opzione. Tuttavia, anche se scegli un'altra opzione, il SR in uscita del layer sarebbe stato lo stesso, poiché il SR in ingresso viene usato per impostare il SR del layer in uscita. Se si sceglie un'altra opzione, i valori saranno diversi, ma non il punto risultante da modificare o il SR del layer in uscita sarà diverso dal SR di quello d'ingresso.

|    | ID | PT_NUM_A  | PT_ST_A | xcoord    | ycoord    |
|----|----|-----------|---------|-----------|-----------|
| 0  | 1  | 1.100000  | a       | -5.695426 | 40.248071 |
| 1  | 2  | 2.200000  | b       | -5.695885 | 40.247622 |
| 2  | 3  | 3.300000  | c       | -5.695406 | 40.247520 |
| 3  | 4  | 4.400000  | a       | -5.695222 | 40.247694 |
| 4  | 5  | 5.500000  | b       | -5.695642 | 40.248030 |
| 5  | 6  | 6.600000  | a       | -5.695855 | 40.248067 |
| 6  | 7  | 7.700000  | b       | -5.696049 | 40.248028 |
| 7  | 8  | 8.800000  | c       | -5.696126 | 40.247629 |
| 8  | 9  | 9.900000  | a       | -5.695961 | 40.247786 |
| 9  | 10 | 11.000000 | b       | -5.695353 | 40.247929 |
| 10 | 11 | 12.100000 | a       | -5.695595 | 40.247739 |
| 11 | 12 | 13.200000 | b       | -5.695779 | 40.247896 |

Ora esegui la stessa operazione utilizzando l'altro vettore. Dovresti trovare il vettore risultante rappresentato esattamente nella stessa posizione degli altri, e avrà l'EPSG:23030 come CRS, poiché era questo quello del vettore in ingresso.

Se vai alla sua tabella degli attributi, vedrai valori diversi rispetto a quelli nel primo vettore che abbiamo creato.

|    | ID | PT_NUM_A  | PT_ST_A | xcoord        | ycoord         |
|----|----|-----------|---------|---------------|----------------|
| 0  | 1  | 1.100000  | a       | 270839.655869 | 4458983.162670 |
| 1  | 2  | 2.200000  | b       | 270799.116425 | 4458934.552874 |
| 2  | 3  | 3.300000  | c       | 270839.468187 | 4458921.978139 |
| 3  | 4  | 4.400000  | a       | 270855.745301 | 4458940.799487 |
| 4  | 5  | 5.500000  | b       | 270821.164389 | 4458979.173980 |
| 5  | 6  | 6.600000  | a       | 270803.157564 | 4458983.848803 |
| 6  | 7  | 7.700000  | b       | 270786.542791 | 4458980.047841 |
| 7  | 8  | 8.800000  | c       | 270778.601980 | 4458935.968837 |
| 8  | 9  | 9.900000  | a       | 270793.142411 | 4458952.931700 |
| 9  | 10 | 11.000000 | b       | 270845.414756 | 4458967.311298 |
| 10 | 11 | 12.100000 | a       | 270824.166376 | 4458946.784250 |
| 11 | 12 | 13.200000 | b       | 270809.035643 | 4458964.649799 |

Ciò perché i dati originali sono diversi (usano un CRS diverso), e le coordinate sono ricavate da essi.

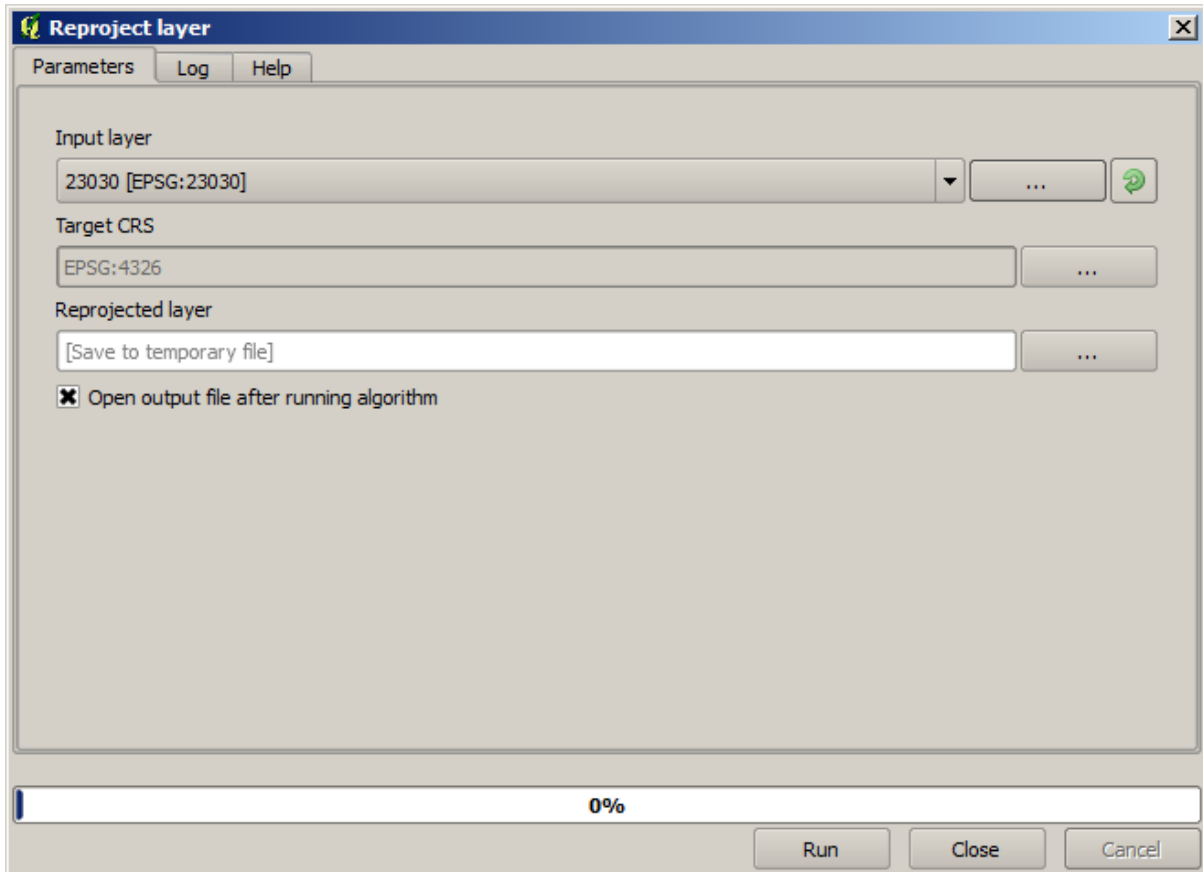
Cosa dovresti imparare da questo? L'idea principale dietro questi esempi è che i geocalgoritmi usano il vettore così come si trova nella sua fonte originale dei dati, e ignorano completamente le riproiezioni che QGIS potrebbe fare prima di rappresentarli. In altre parole, non fidarti di quello che vedi nella mappa, ma tieni sempre in mente che saranno utilizzati i dati originali. Ciò non è così importante in questo caso poiché stiamo utilizzando un solo vettore per volta, ma in un algoritmo che ne utilizza di diversi (come un algoritmo di ritaglio), i vettori che sembrano combaciare o sovrapporsi possono essere molto lontani tra loro poiché possono avere CRS differenti.

Gli algoritmi non eseguono la riproiezione (tranne l'algoritmo di riproiezione che vedremo dopo), per cui devi essere tu ad assicurarti che i vettori abbiano lo stesso CRS.

Un modulo interessante che ha a che fare con i CRS è quello di riproiezione. Esso rappresenta un caso particolare poiché ha un vettore in ingresso (quello da riproiettare), ma non utilizza il suo CRS per quello in uscita.

Apri l'algoritmo *Riproietta vettore*.

Seleziona in ingresso un qualunque vettore, e seleziona EPSG:23029 come CRS di destinazione. Eseguendo l'algoritmo otterrai un nuovo vettore, identico a quello in ingresso, ma con un CRS diverso. Apparirà nella stessa regione



della mappa, come gli altri, poiché QGIS lo riproietterà al volo, ma le sue coordinate di partenza sono diverse. Puoi notare ciò eseguendo l'algoritmo *Esporta/Aggiungi colonne geometriche* usando questo nuovo vettore in ingresso, e verificando che le coordinate aggiunte siano diverse rispetto a quelle nella tabella degli attributi di entrambi i vettori che abbiamo elaborato prima.

## 17.7 Selection

---

**Nota:** In this lesson we will see how processing algorithms handle selections in vector layers that are used as inputs, and how to create a selection using a particular type of algorithm.

---

Unlike other analysis plugins in QGIS, you will not find in processing geospatial algorithms any «Use only selected features» checkbox or similar. The behaviour regarding selection is set for the whole plugin and all its algorithms, and not for each algorithm execution. Algorithms follow the following simple rules when using a vector layer.

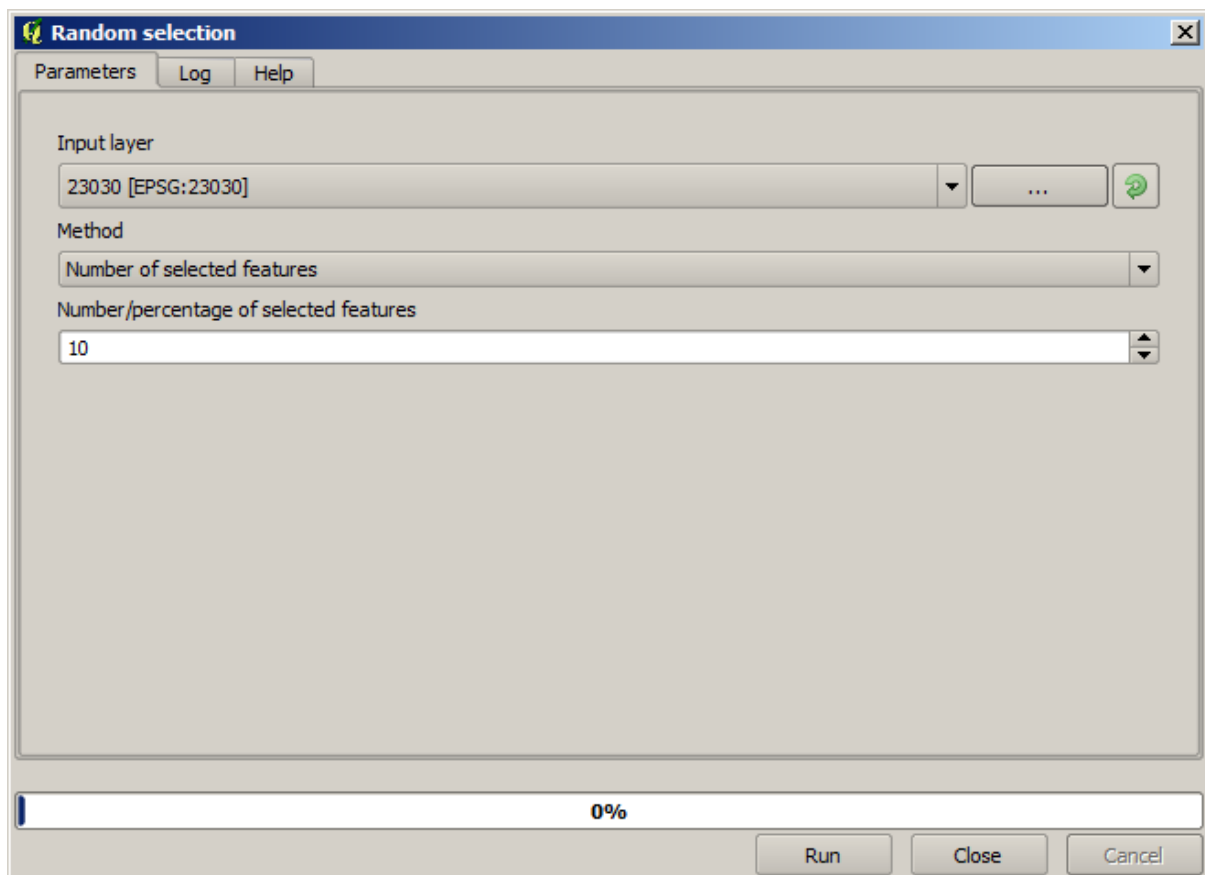
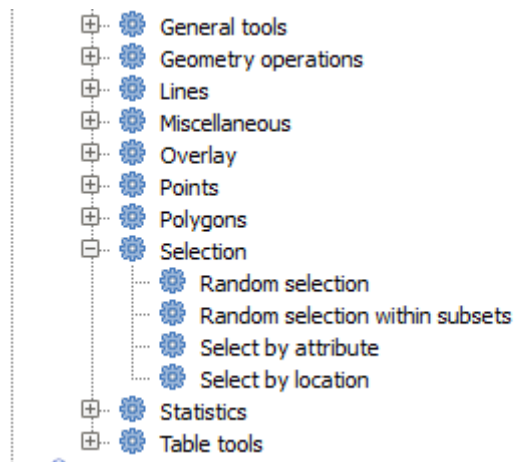
- If the layer has a selection, only selected features are used.
- If there is no selection, all features are used.

Please note that you can change this behaviour by unselecting the relevant option in the *Processing Options* [General](#) menu.

You can test that yourself by selecting a few points in any of the layers that we used in the last chapter, and running the reprojection algorithm on them. The reprojected layer that you will obtain will contain only those points that were selected, unless there was no selection, which will cause the resulting layer to contain all points from the original layer.

To make a selection, you can use any of the available methods and tools in QGIS. However, you can also use a geospatial algorithm to do so. Algorithms for creating a selection are found in the toolbox under *Vector/Selection*

Open the *Random selection* algorithm.





Leaving the default values, it will select 10 points from the current layer.



You will notice that this algorithm does not produce any output, but modifies the input layer (not the layer itself, but its selection). This is an uncommon behaviour, since all the other algorithms will produce new layers and not alter the input layers.

Since the selection is not part of the data itself, but something that only exist within QGIS, these selection algorithms only must be used selecting a layer that is open in QGIS, and not with the file selection option that you can find in the corresponding parameter value box.

The selection we have just made, like most of the ones created by the rest of the selection algorithms, can also be done manually from QGIS, so you might be wondering what is the point on using an algorithm for that. Although now this might not make much sense to you, we will later see how to create models and scripts. If you want to make a selection in the middle of a model (which defines a processing workflow), only a geoalgorithm can be added to a model, and other QGIS elements and operations cannot be added. That is the reason why some processing algorithms duplicate functionality that is also available in other QGIS elements.

By now, just remember that selections can be made using processing geoalgorithms, and that algorithms will only use the selected features if a selection exists, or all features otherwise.

## 17.8 Running an external algorithm

---

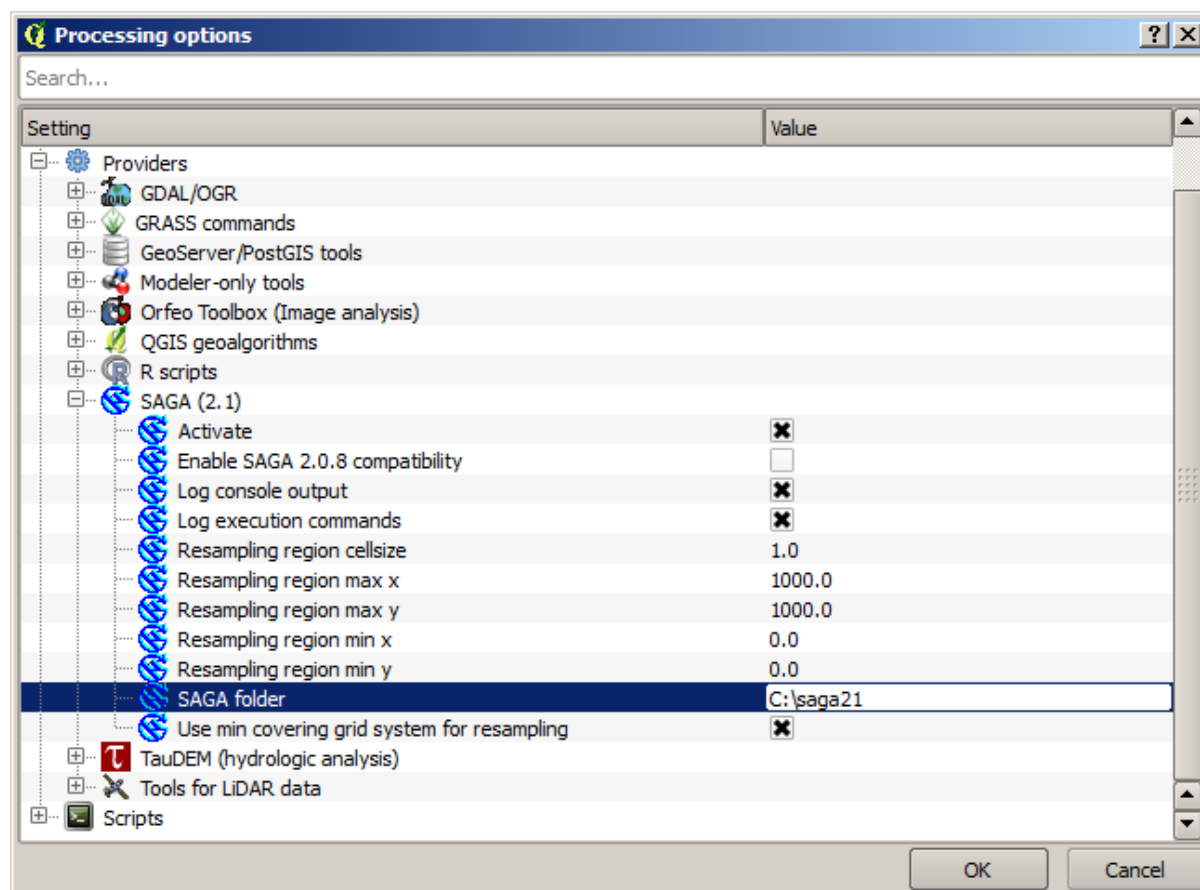
**Nota:** In this lesson we will see how to use algorithms that depend on a third-party application, particularly SAGA, which is one of the main algorithm providers.

---

All the algorithms that we have run so far are part of processing framework. That is, they are *native* algorithms implemented in the plugin and run by QGIS just like the plugin itself is run. However, one of the greatest features of the processing framework is that it can use algorithms from external applications and extend the possibilities of those applications. Such algorithms are wrapped and included in the toolbox, so you can easily use them from QGIS, and use QGIS data to run them.

Some of the algorithms that you see in the simplified view require third party applications to be installed in your system. One algorithm provider of special interest is SAGA (System for Automated Geospatial Analysis). First, we need to configure everything so QGIS can correctly call SAGA. This is not difficult, but it's important to understand how it works. Each external application has its own configuration, and later in this same manual we will talk about some of the other ones, but SAGA is going to be our main backend, so we will discuss it here.

If you are on Windows, the best way to work with external algorithms is to install QGIS using the standalone installer. It will take care of installing all the needed dependencies, including SAGA, so if you have used it, there is nothing else to do. You can open the settings dialog and go to the *Providers/SAGA* group.



The SAGA path should already be configured and pointing to the folder where SAGA is installed.

If you have installed QGIS not using the standalone installer, then you must enter the path to your SAGA installation (which you must have installed separately) there. The required version is SAGA 2.1 [this is changing according to the releases of SAGA].

In case you are using Linux, you do not have to set the path to your SAGA installation in the processing configuration. Instead, you must install SAGA and make sure that the SAGA folder is in PATH, so it can be called from the console (just open a console and type `saga_cmd` to check it). Under Linux, the target version for SAGA is also 2.1, but in some installations (such as the OSGeo Live DVD) you might have just 2.0.8 available. There are some 2.1 packages available, but they are not commonly installed and might have some issues, so if you prefer to use the more common and stable 2.0.8, you can do it by enabling 2.0.8 compatibility in the configuration dialog, under the SAGA group.

Once SAGA is installed, you can launch a SAGA algorithm double clicking on its name, as with any other algorithm. Since we are using the simplified interface, you do not know which algorithms are based on SAGA or in another external application, but if you happen to double-click on one of them and the corresponding application is not installed, you will see something like this.

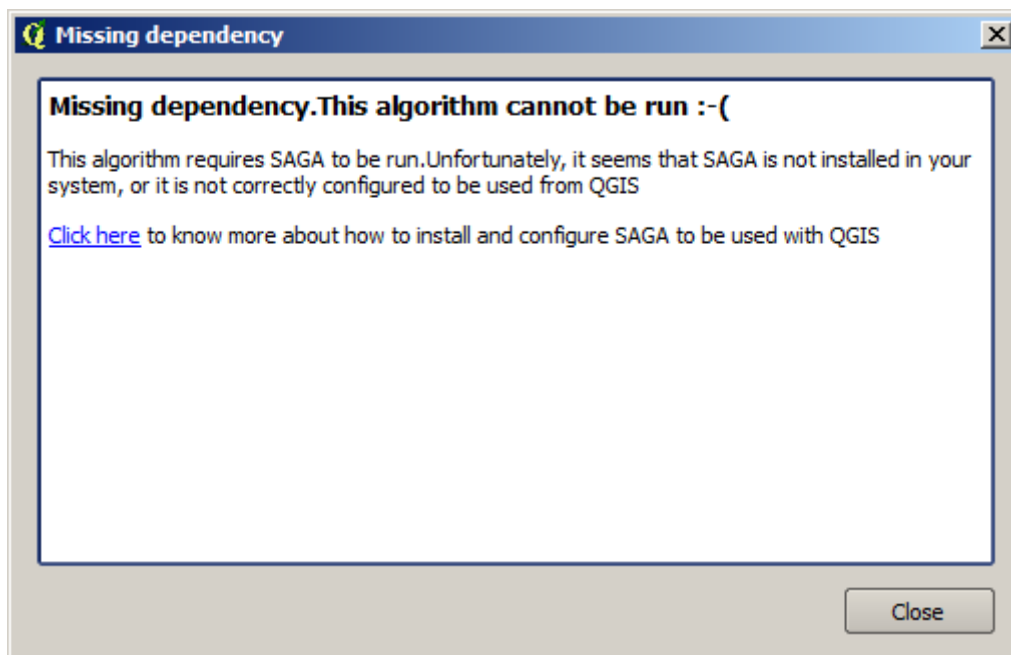
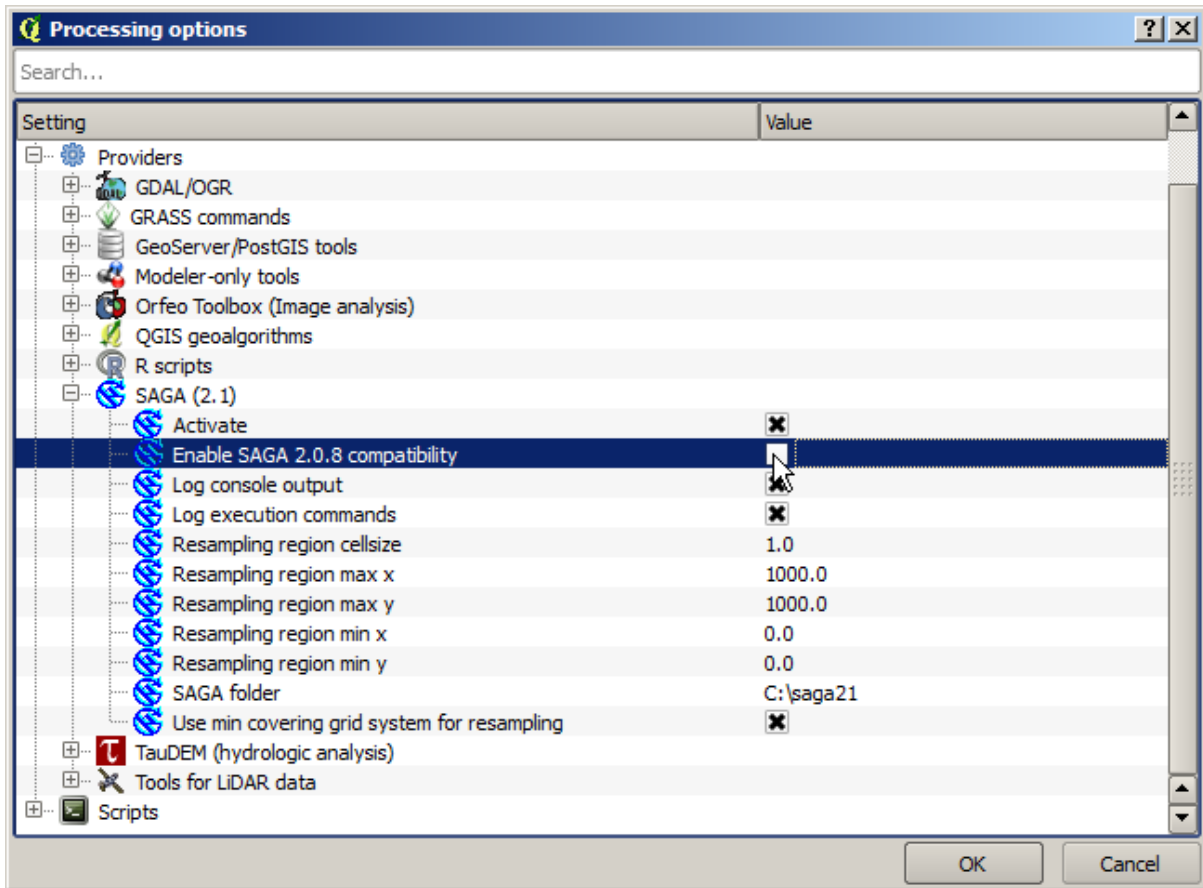
In our case, and assuming that SAGA is correctly installed and configured, you should not see this window, and you will get to the parameters dialog instead.

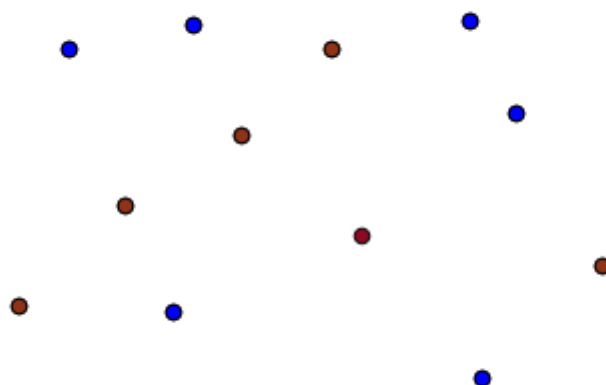
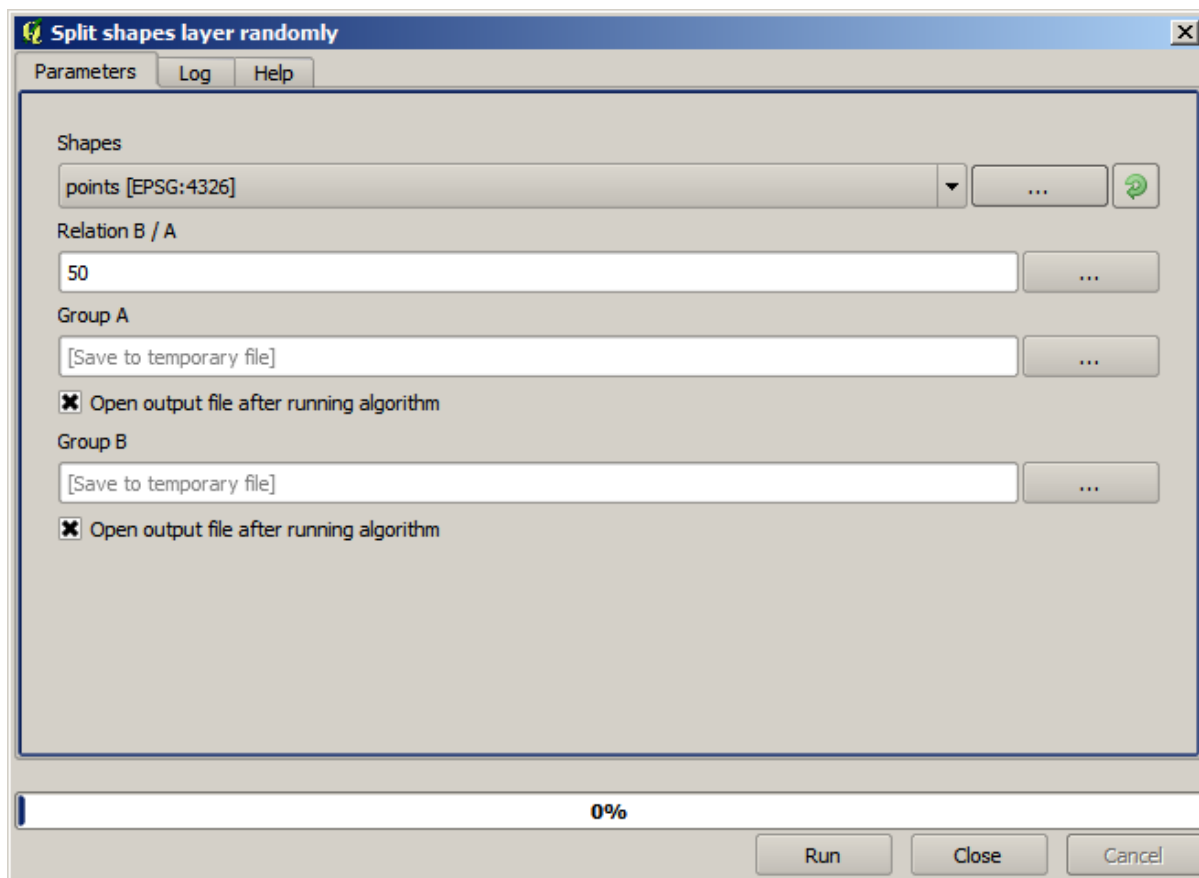
Let's try with a SAGA-based algorithm, the one called *Split shapes layer randomly*.

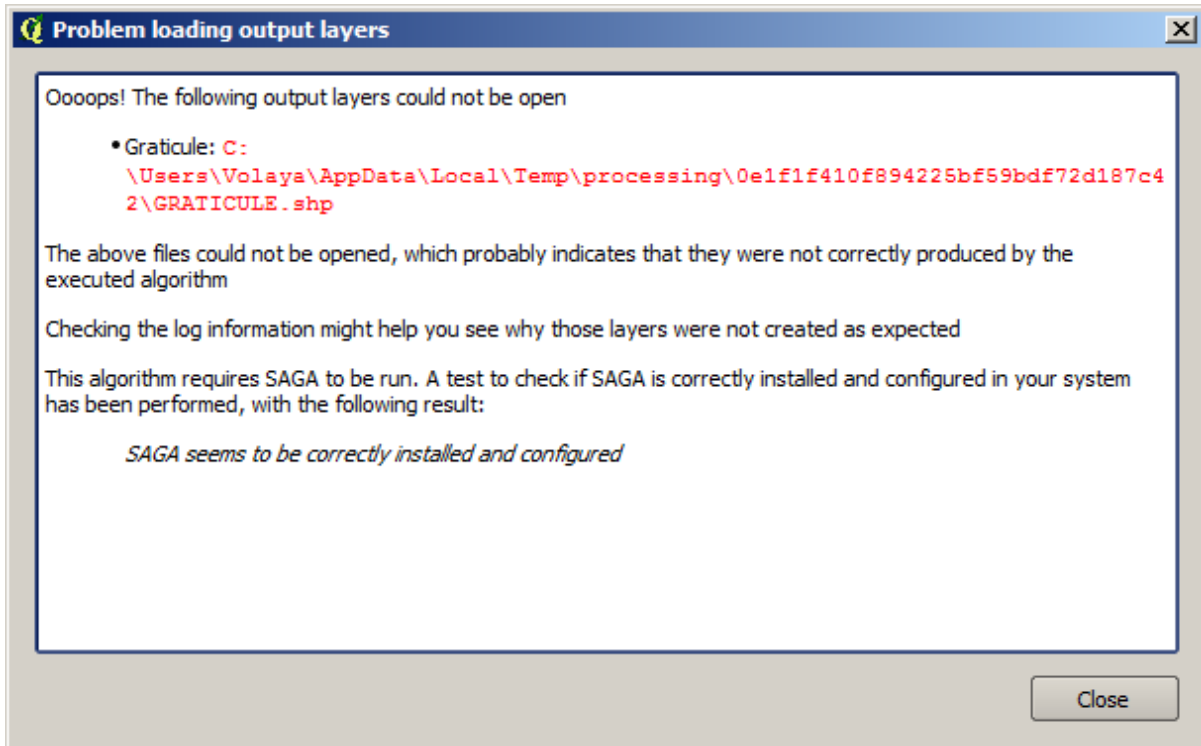
Use the points layer in the project corresponding to this lesson as input, and the default parameter values, and you will get something like this (the split is random, so your result might be different).

The input layer has been split in two layers, each one with the same number of points. This result has been computed by SAGA, and later taken by QGIS and added to the QGIS project.

If all goes fine, you will not notice any difference between this SAGA-based algorithm and one of the others that we have previously run. However, SAGA might, for some reason, not be able to produce a result and not generate the file that QGIS is expecting. In that case, there will be problems adding the result to the QGIS project, and an error message like this will be shown.







This kind of problems might happen, even if SAGA (or any other application that we are calling from the processing framework) is correctly installed, and it is important to know how to deal with them. Let's produce one of those error messages.

Open the *Create graticule* algorithm and use the following values.

We are using width and height values that is larger than the specified extent, so SAGA cannot produce any output. In other words, the parameter values are wrong, but they are not checked until SAGA gets them and tries to create the graticule. Since it cannot create it, it will not produce the expected layer, and you will see the error message shown above.

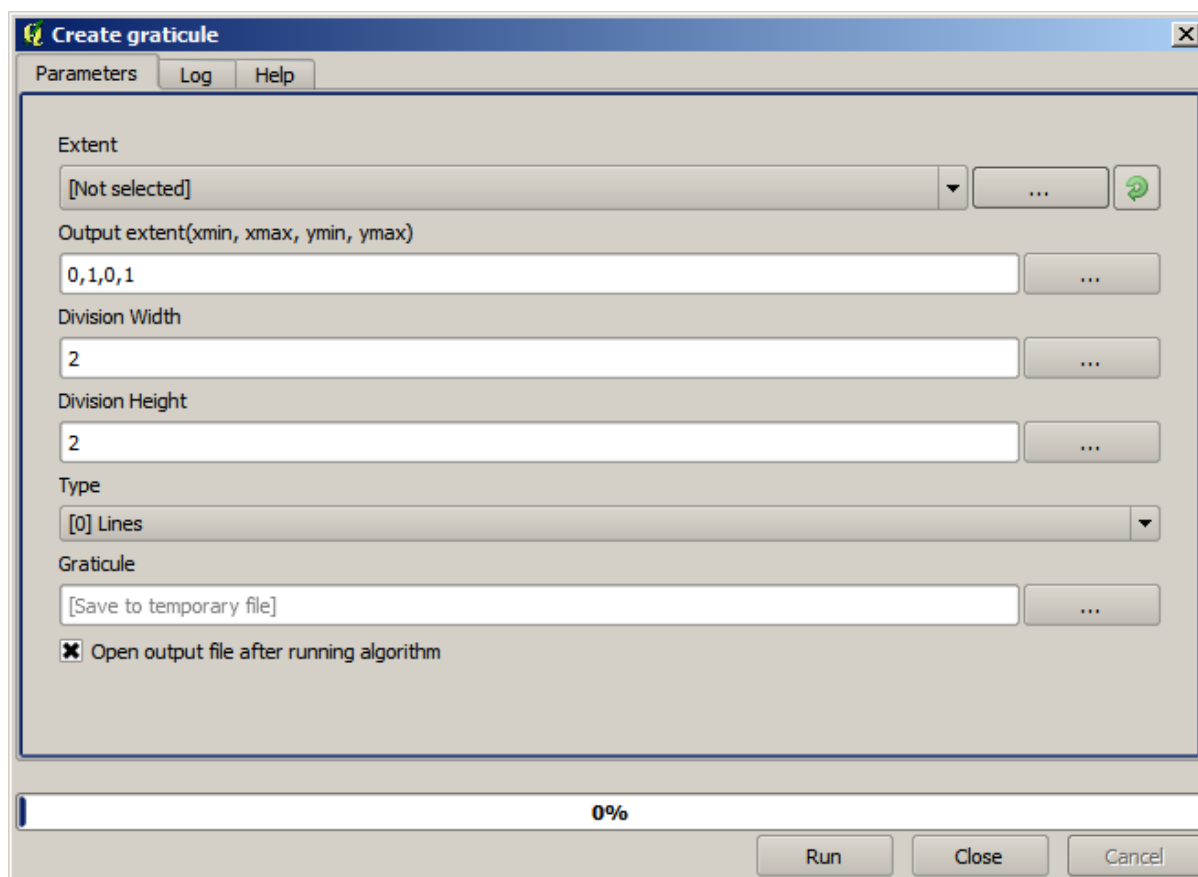
---

**Nota:** In SAGA >= 2.2.3, the command will adjust automatically wrong input data, so you'll not get an error. To provoke an error, use negative values for division.

---

Understanding this kind of problems will help you solve them and find an explanation to what is happening. As you can see in the error message, a test is performed to check that the connection with SAGA is working correctly, indicating you that there might be a problem in how the algorithm was executed. This applies not only to SAGA, but also to other external applications as well.

In the next lesson we will introduce the processing log, where information about commands run by geotools is kept, and you will see how to get more detail when issues like this appear.



## 17.9 Il log di processing

**Nota:** Questa lezione descrive il log di processing.

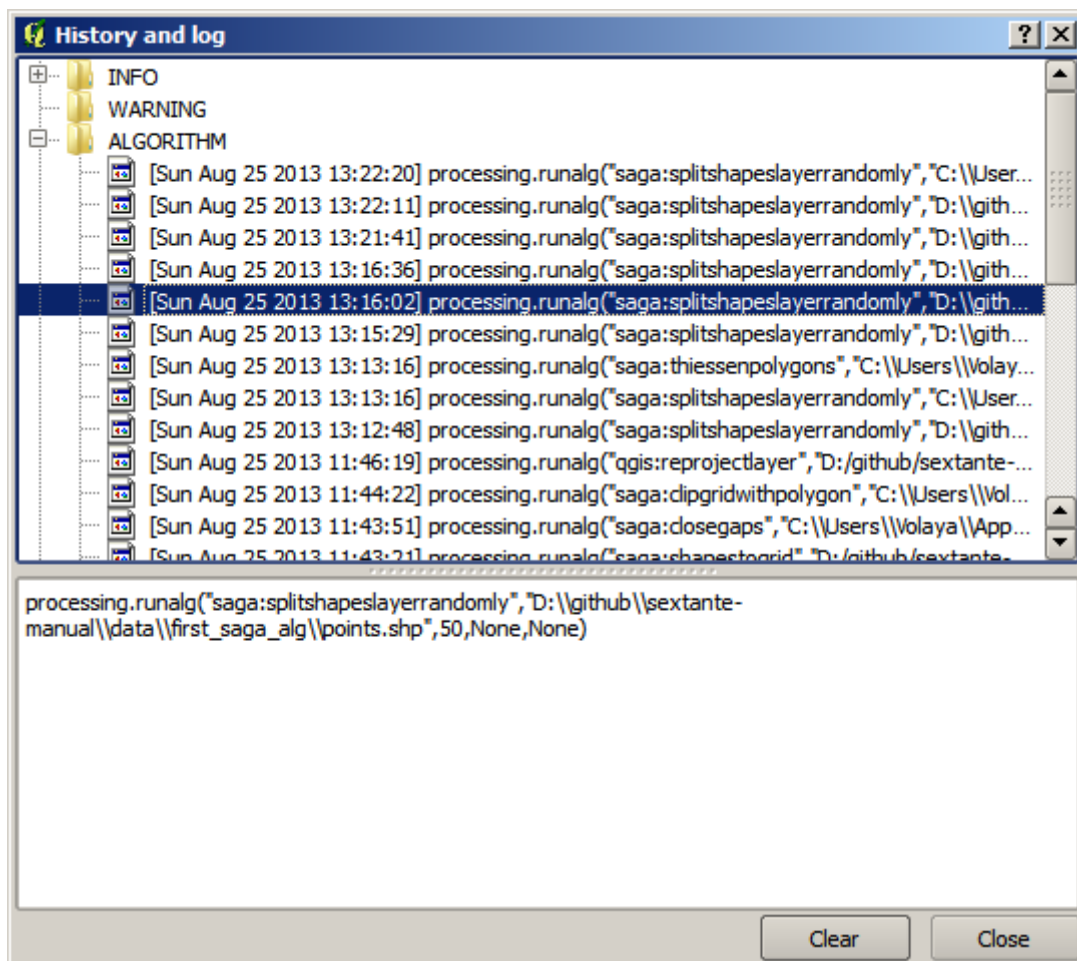
All the analysis performed with the processing framework is logged in QGIS logging system. This allows you to know more about what has been done with the processing tools, to solve problems when they happen, and also to re-run previous operations, since the logging system also implements some interactivity.

To open the log, click on the balloon at the bottom right, on the QGIS status bar. Some algorithms might leave here information about their execution. For instance, those algorithms that call an external application usually log the console output of that application to this entry. If you have a look at it, you will see that the output of the SAGA algorithm that we just run (and that fail to execute because input data was not correct) is stored here.

This is helpful to understand what is going on. Advanced users will be able to analyze that output to find out why the algorithm failed. If you are not an advanced user, this will be useful for others to help you diagnose the problem you are having, which might be a problem in the installation of the external software or an issue with the data you provided.

Even if the algorithm could be executed, some algorithms might leave warnings in case the result might not be right. For instance, when executing an interpolation algorithm with a very small amount of points, the algorithm can run and will produce a result, but it is likely that it will not be correct, since more points should be used. It's a good idea to regularly check for this type of warnings if you are not sure about some aspect of a given algorithm.

From the *Processing* menu, under the *History* section, you'll find *Algorithms*. All algorithms that are executed, even if they are executed from the GUI and not from the console (which will be explained later in this manual) are stored in this section as a console call. That means that everytime you run an algorithm, a console command is added to the log, and you have the full history of your working session. Here is how that history looks like:





This can be very useful when starting working with the console, to learn about the syntax of algorithms. We will use it when we discuss how to run analysis commands from the console.

The history is also interactive, and you can re-run any previous algorithm just by double-clicking on its entry. This is an easy way of replicating the work we already did before.

For instance, try the following. Open the data corresponding to the first chapter of this manual and run the algorithm explained there. Now go to the log dialog and locate the last algorithm in the list, which corresponds to the algorithm you have just run. Double-click on it and a new result should be produced, just like when you run it using the normal dialog and calling it from the toolbox.

### 17.9.1 Livello avanzato

You can also modify the algorithm. Just copy it, open the *Plugins*  *Python console*, click on *Import class*  *Import Processing class*, then paste it to re-run the analysis; change the text at will. To display the resulting file, type `iface.addVectorLayer('/path/filename.shp', 'Layer name in legend', 'ogr')`. Otherwise, you can use `processing.runandload`.

## 17.10 The raster calculator. No-data values

---

**Nota:** In this lesson we will see how to use the raster calculator to perform some operations on raster layers. We will also explain what are no-data values and how the calculator and other algorithms deal with them

---

The raster calculator is one of the most powerful algorithms that you will find. It's a very flexible and versatile algorithm that can be used for many different calculations, and one that will soon become an important part of your toolbox.

In this lesson we will be performing some calculation with the raster calculator, most of them rather simple. This will let us see how it is used and how it deals with some particular situations that it might find. Understanding that is important to later get the expected results when using the calculator, and also to understand certain techniques that are commonly applied with it.

Open the QGIS project corresponding to this lesson and you will see that it contains several raster layers.

Now open the toolbox and open the dialog corresponding to the raster calculator.

---

**Nota:** The interface is different in recent versions.

---

The dialog contains 2 parameters.

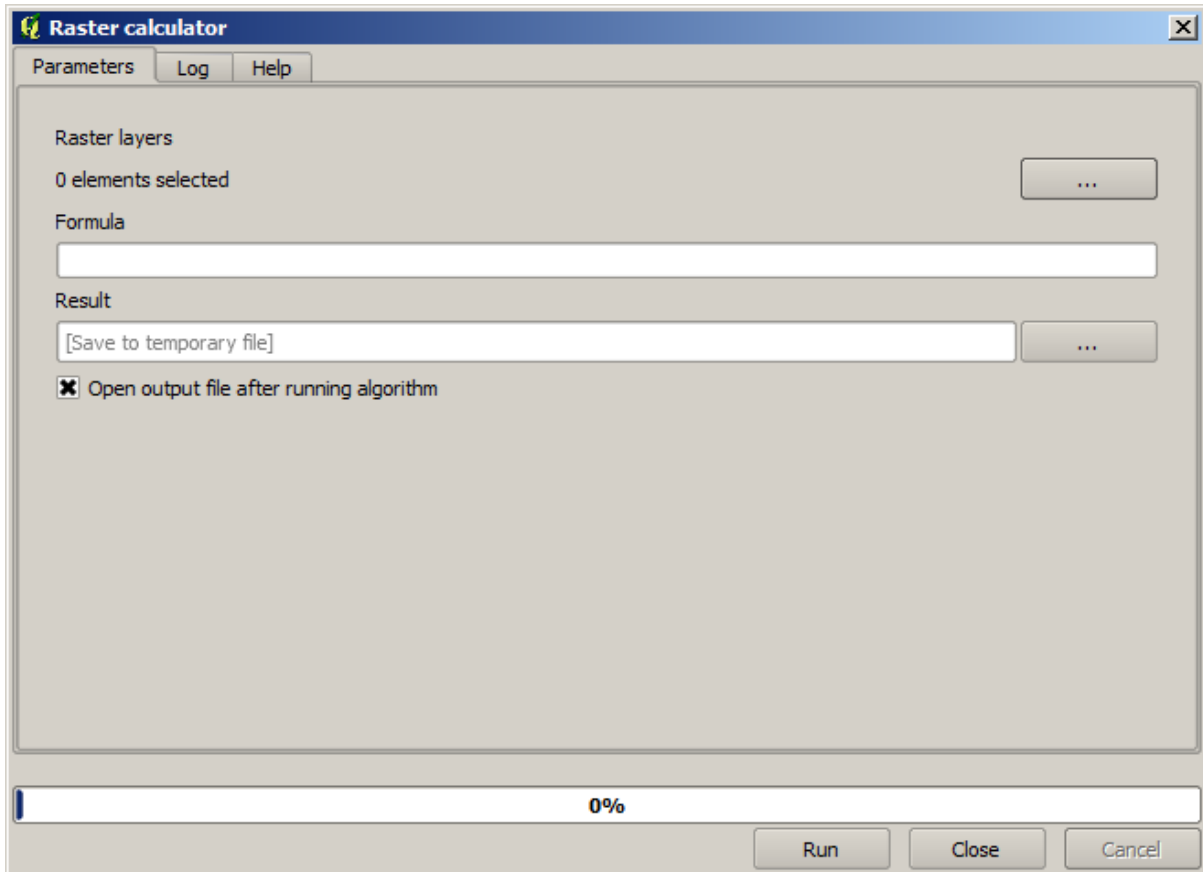
- The layers to use for the analysis. This is a multiple input, that meaning that you can select as many layers as you want. Click on the button on the right-hand side and then select the layers that you want to use in the dialog that will appear.
- The formula to apply. The formula uses the layers selected in the above parameter, which are named using alphabet letters (a, b, c...) or g1, g2, g3... as variable names. That is, the formula  $a + 2 * b$  is the same as  $g1 + 2 * g2$  and will compute the sum of the value in the first layer plus two times the value in the second layer. The ordering of the layers is the same ordering that you see in the selection dialog.

**Avvertimento:** The calculator is case sensitive.

To start with, we will change the units of the DEM from meters to feet. The formula we need is the following one:

```
h' = h * 3.28084
```





Select the DEM in the layers field and type  $a * 3.28084$  in the formula field.

**Avvertimento:** For non English users: use always «.», not «,».

Click *Run* to run the algorithm. You will get a layer that has the same appearance of the input layer, but with different values. The input layer that we used has valid values in all its cells, so the last parameter has no effect at all.

Let's now perform another calculation, this time on the *accflow* layer. This layer contains values of accumulated flow, a hydrological parameter. It contains those values only within the area of a given watershed, with no-data values outside of it. As you can see, the rendering is not very informative, due to the way values are distributed. Using the logarithm of that flow accumulation will yield a much more informative representation. We can calculate that using the raster calculator.

Open the algorithm dialog again, select the *accflow* layer as the only input layer, and enter the following formula:  $\log(a)$ .

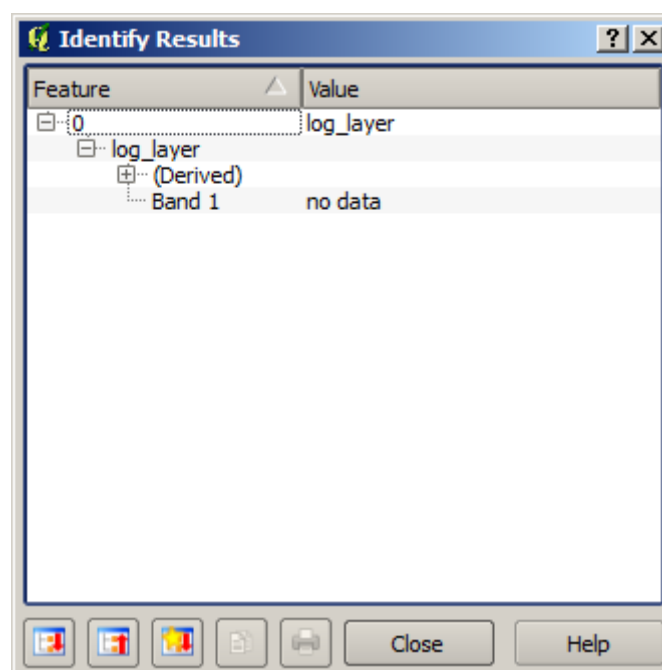
Here is the layer that you will get.

If you select the *Identify* tool to know the value of a layer at a given point, select the layer that we have just created, and click on a point outside of the basin, you will see that it contains a no-data value.

For the next exercise we are going to use two layers instead of one, and we are going to get a DEM with valid elevation values only within the basin defined in the second layer. Open the calculator dialog and select both layers of the project in the input layers field. Enter the following formula in the corresponding field:

$a/a * b$

$a$  refers to the accumulated flow layer (since it is the first one to appear in the list) and  $b$  refers to the DEM. What we are doing in the first part of the formula here is to divide the accumulated flow layer by itself, which will result in a value of 1 inside the basin, and a no-data value outside. Then we multiply by the DEM, to get the elevation value in those cells inside the basin ( $DEM * 1 = DEM$ ) and the no-data value outside ( $DEM * no\_data = no\_data$ )



Here is the resulting layer.



This technique is used frequently to *mask* values in a raster layer, and is useful whenever you want to perform calculations for a region other than the arbitrary rectangular region that is used by raster layer. For instance, an elevation histogram of a raster layer doesn't have much meaning. If it is instead computed using only values corresponding to a basin (as in the case above), the result that we obtain is a meaningful one that actually gives information about the configuration of the basin.

There are other interesting things about this algorithm that we have just run, apart from the no-data values and how they are handled. If you have a look at the extents of the layers that we have multiplied (you can do it double-clicking on their names of the layer in the table of contents and looking at their properties), you will see that they are not the same, since the extent covered by the flow accumulation layer is smaller than the extent of the full DEM.

That means that those layers do not match, and that they cannot be multiplied directly without homogenizing those sizes and extents by resampling one or both layers. However, we did not do anything. QGIS takes care of this situation and automatically resamples input layers when needed. The output extent is the minimum covering extent calculated from the input layers, and the minimum cell size of their cell sizes.

In this case (and in most cases), this produces the desired results, but you should always be aware of the additional operations that are taking place, since they might affect the result. In cases when this behaviour might not be the desired, manual resampling should be applied in advance. In later chapters, we will see more about the behaviour of algorithms when using multiple raster layers.

Let's finish this lesson with another masking exercise. We are going to calculate the slope in all areas with an elevation between 1000 and 1500 meters.

In this case, we do not have a layer to use as a mask, but we can create it using the calculator.

Run the calculator using the DEM as only input layer and the following formula

```
ifelse(abs(a-1250) < 250, 1, 0/0)
```

As you can see, we can use the calculator not only to do simple algebraic operations, but also to run more complex calculation involving conditional sentences, like the one above.

The result has a value of 1 inside the range we want to work with, and no-data in cells outside of it.

The no-data value comes from the 0/0 expression. Since that is an undetermined value, SAGA will add a NaN (Not a Number) value, which is actually handled as a no-data value. With this little trick you can set a no-data value without needing to know what the no-data value of the cell is.

Now you just have to multiply it by the slope layer included in the project, and you will get the desired result.



All that can be done in a single operation with the calculator. We leave that as an exercise for the reader.

## 17.11 Vector calculator

---

**Nota:** In this lesson we will see how to add new attributes to a vector layer based on a mathematical expression, using the vector calculator.

---

We already know how to use the raster calculator to create new raster layers using mathematical expressions. A similar algorithm is available for vector layers, and generates a new layer with the same attributes of the input layer, plus an additional one with the result of the expression entered. The algorithm is called *Field calculator* and has the following parameters dialog.

---

**Nota:** In newer versions of Processing the interface has changed considerably, it's more powerful and easier to use.

---

Here are a few examples of using that algorithm.

First, let's calculate the population density of white people in each polygon, which represents a census. We have two fields in the attributes table that we can use for that, namely `WHITE` and `SHAPE_AREA`. We just have to divide them and multiply by one million (to have density per square km), so we can use the following formula in the corresponding field

```
( "WHITE" / "SHAPE_AREA" ) * 1000000
```

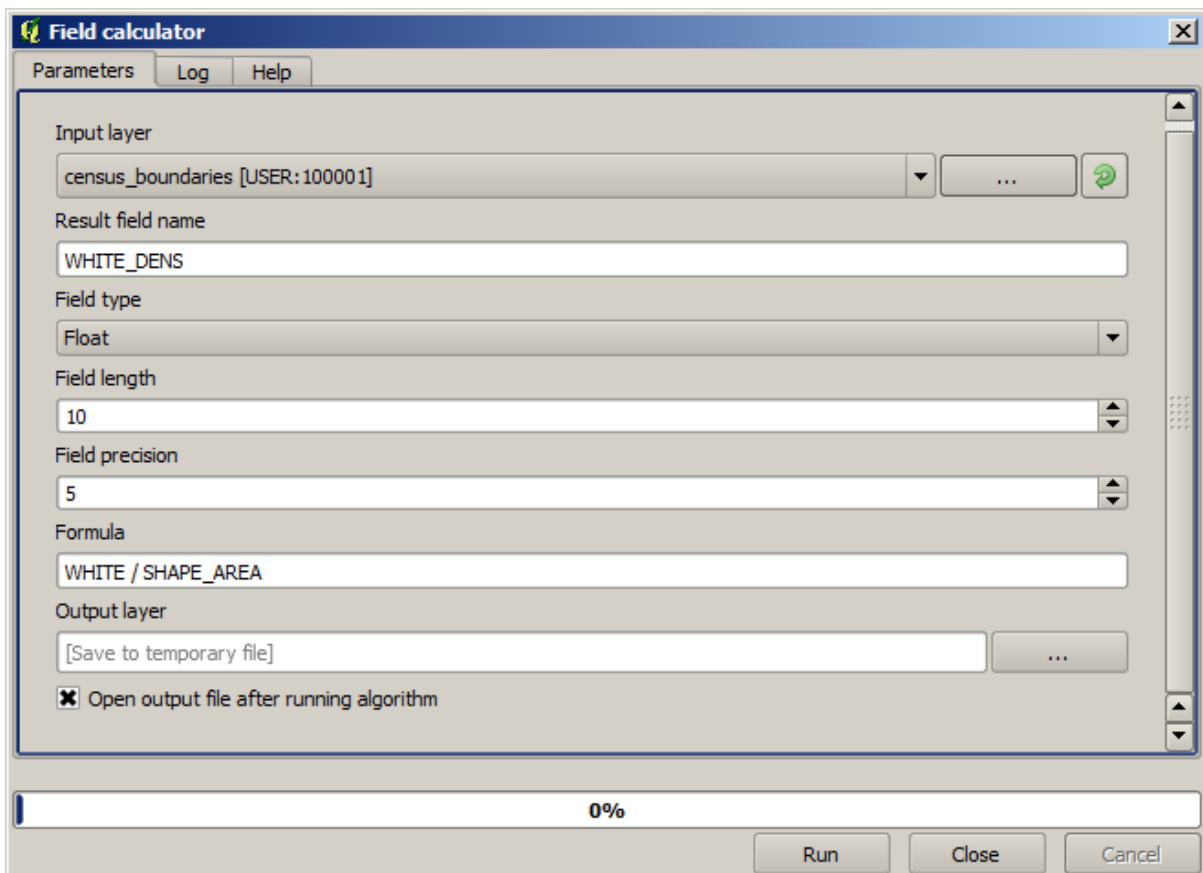
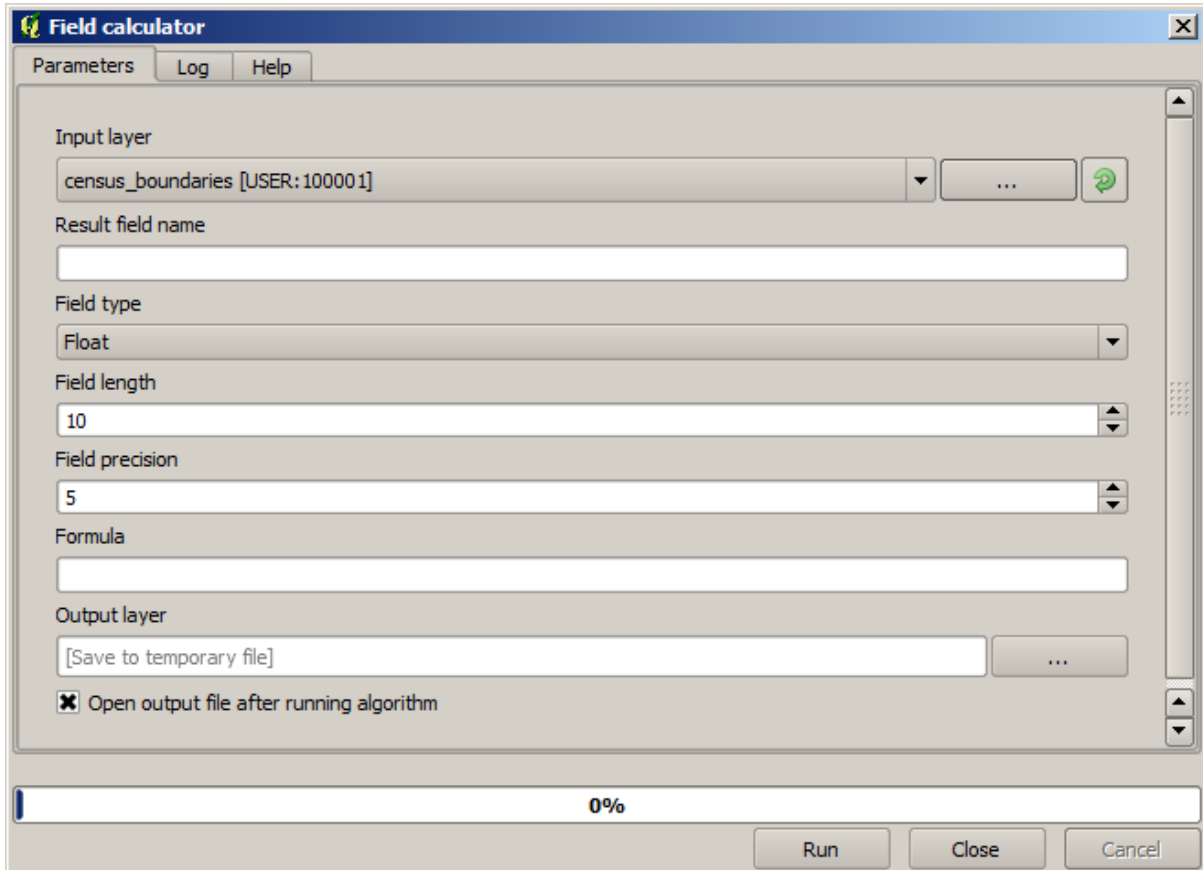
The parameters dialog should be filled as shown below.

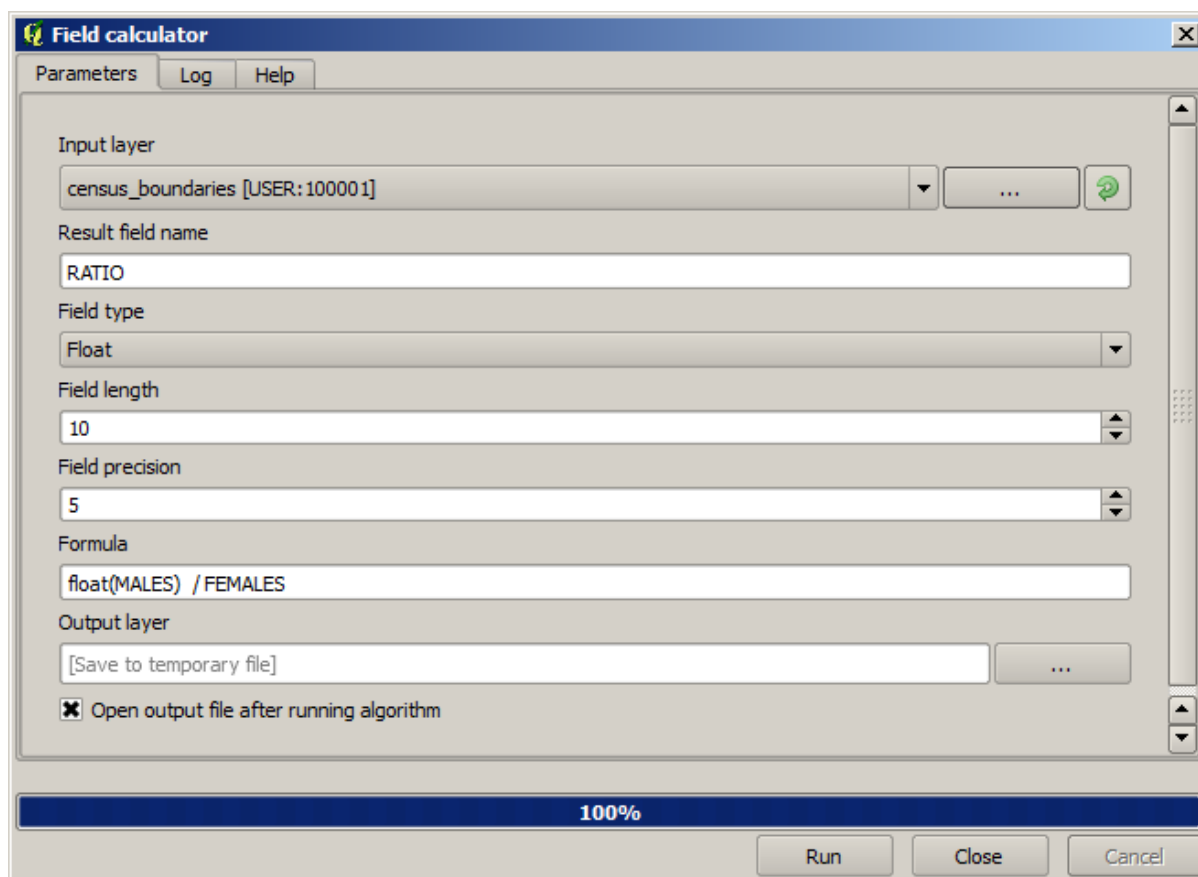
This will generate a new field named `WHITE_DENS`

Now let's calculate the ratio between the `MALES` and `FEMALES` fields to create a new one that indicates if male population is numerically predominant over female population.

Enter the following formula

```
"MALES" / "FEMALES"
```





This time the parameters window should look like this before pressing the *OK* button.

In earlier version, since both fields are of type integer, the result would be truncated to an integer. In this case the formula should be: `1.0 * "MALES" / "FEMALES"`, to indicate that we want floating point number a result.

We can use conditional functions to have a new field with `male` or `female` text strings instead of those ratio value, using the following formula:

```
CASE WHEN "MALES" > "FEMALES" THEN 'male' ELSE 'female' END
```

The parameters window should look like this.

A python field calculator is available in the *Advanced Python field calculator*, which will not be detailed here

## 17.12 Defining extents

---

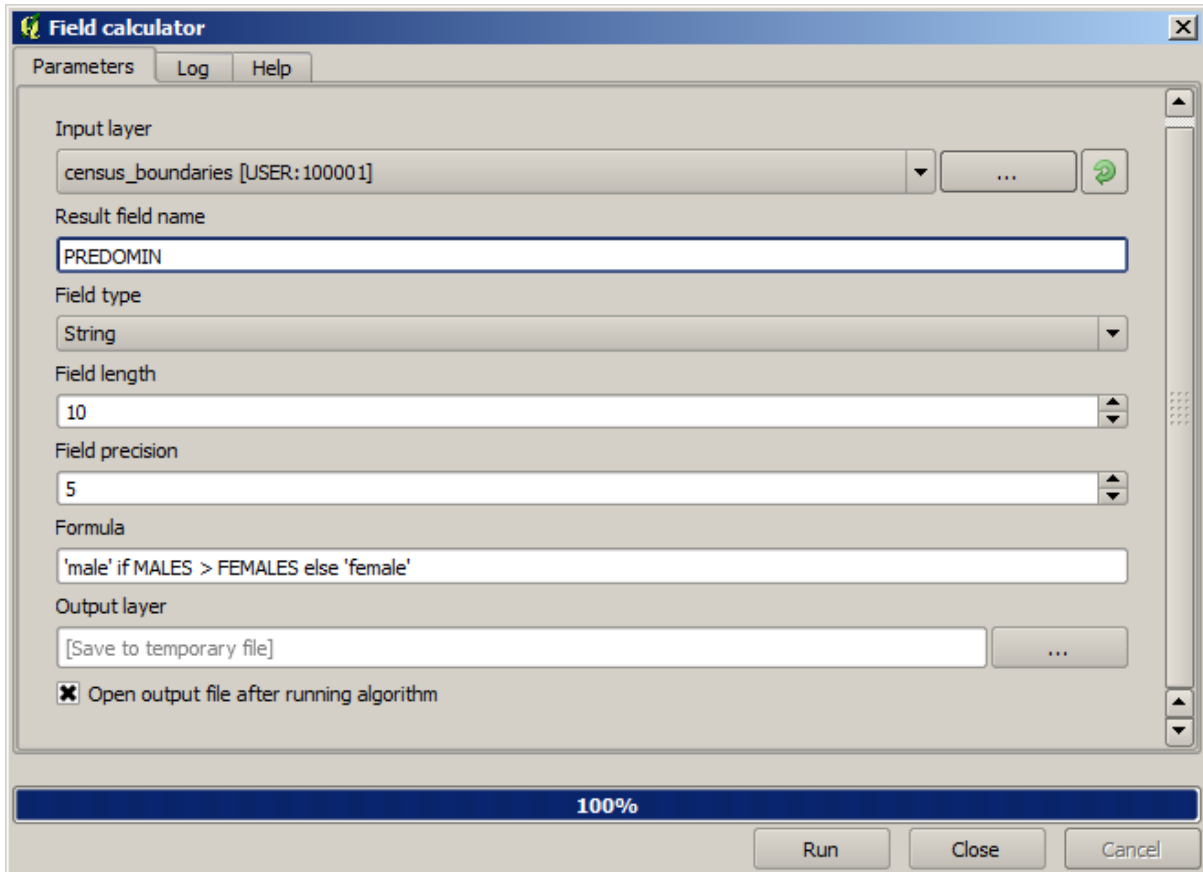
**Nota:** In this lesson we will see how to define extents, which are needed by some algorithms, especially raster ones.

---

Some algorithms require an extent to define the area to be covered by the analysis they perform, and usually to define the extent of the resulting layer.

When an extent is required, it can be defined manually by entering the four values that define it (min X, min Y, max X, max Y), but there are other more practical and more interesting ways of doing it as well. We will see all of them in this lesson.

First, let's open an algorithm that requires an extent to be defined. Open the *Rasterize* algorithm, which creates a raster layer from a vector layer.



All the parameters, except for the last two ones, are used to define which layer is to be rasterized, and configure how the rasterization process should work. The two last parameters, on the other hand, define the characteristics of the output layer. That means that they define the area that is covered (which is not necessarily the same area covered by the input vector layer), and the resolution/cellsizes (which cannot be inferred from the vector layer, since vector layers do not have a cellsize).

The first thing you can do is to type the 4 defining values explained before, separated by commas.

That doesn't need any extra explanation. While this is the most flexible option, it is also the less practical in some cases, and that's why other options are implemented. To access them, you have to click on the button on the right-hand side of the extent text box.

Let's see what each one of them does.

The first option is *Use layer/canvas extent*, which will show the selection dialog shown below.

Here you can select the extent of the canvas (the extent covered by the current zoom), or the extension any of the available layers. Select it and click on *OK*, and the text box will be automatically filled with the corresponding values.

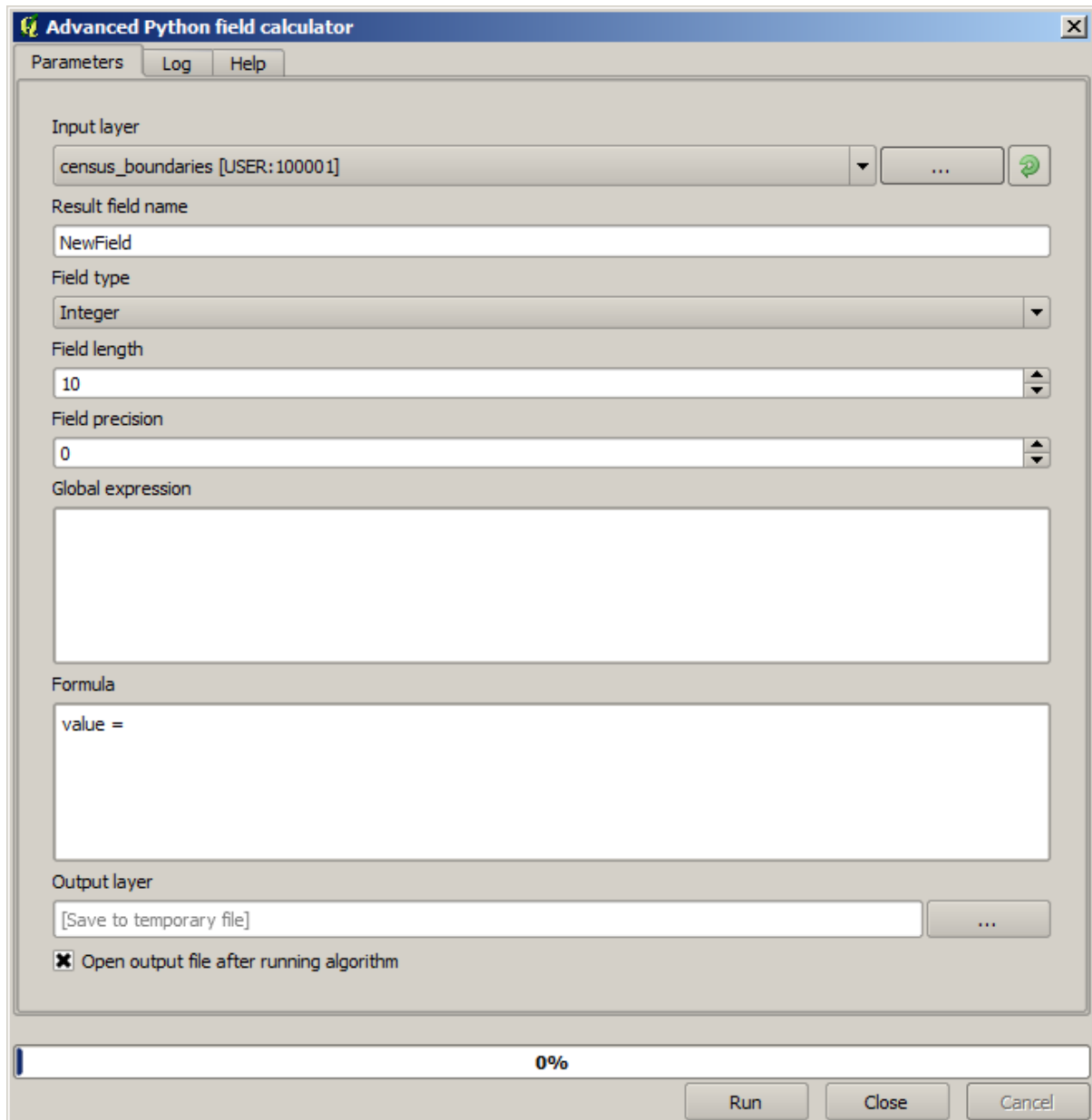
The second option is *Select extent on canvas*. In this case, the algorithm dialog disappears and you can click and drag on the QGIS canvas to define the desired extent.

Once you release the mouse button, the dialog will reappear and the text box will already have the values corresponding to the defined extent.

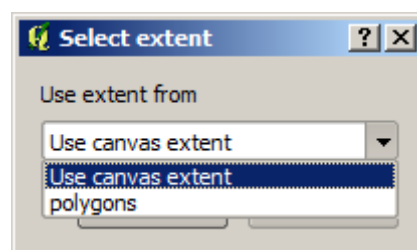
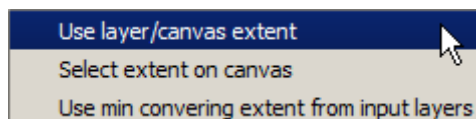
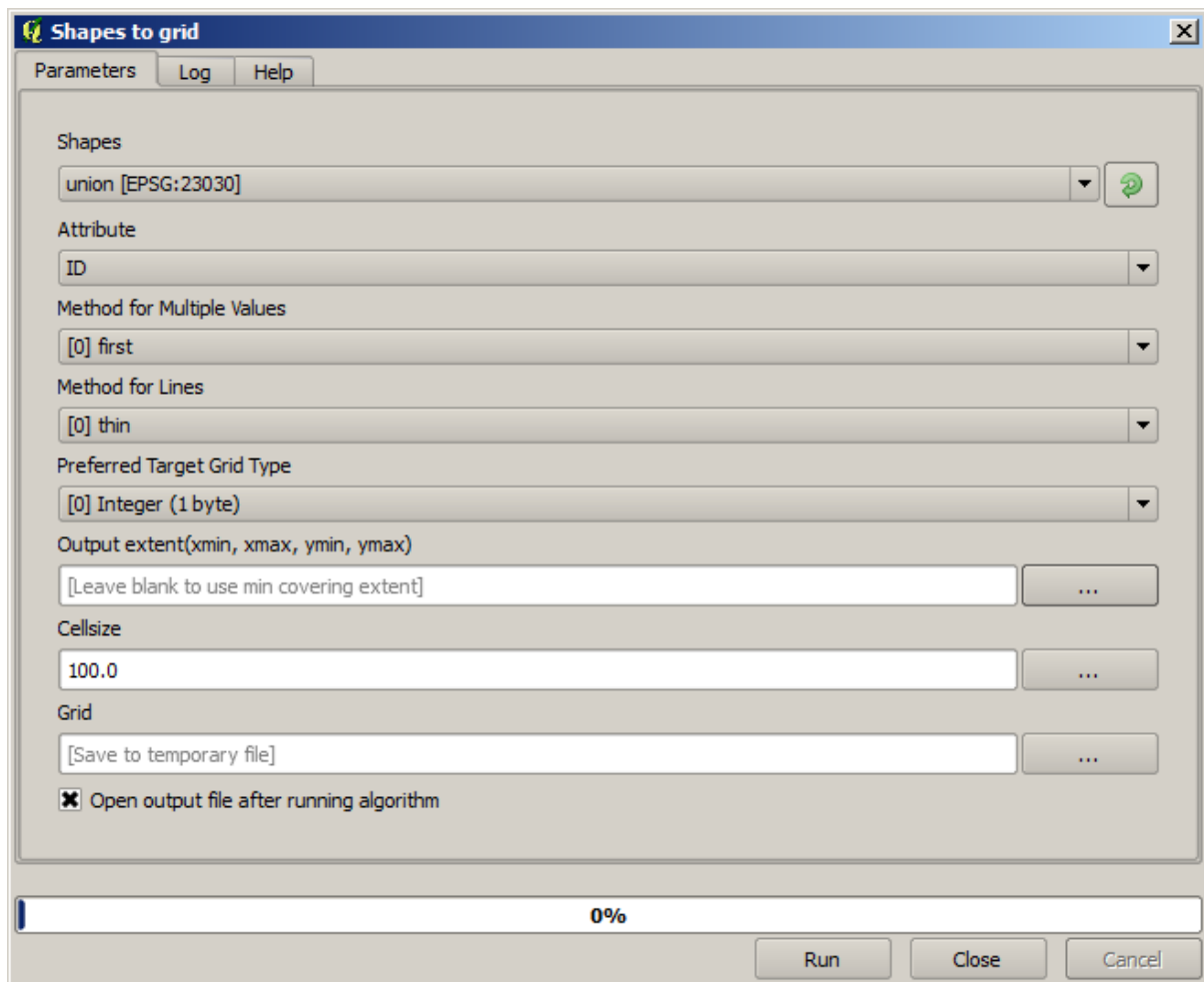
The last option is *Use min covering extent from input layers*, which is the default option. This will compute the min covering extent of all layers used to run the algorithm, and there is no need to enter any value in the text box. In the case of a single input layer, as in the algorithm we are running, the same extent can be obtained by selecting that same input layer in the *Use layer/canvas extent* that we already saw. However, when there are several input layers, the min covering extent does not correspond to any of the input layer extent, since it is computed from all of them together.

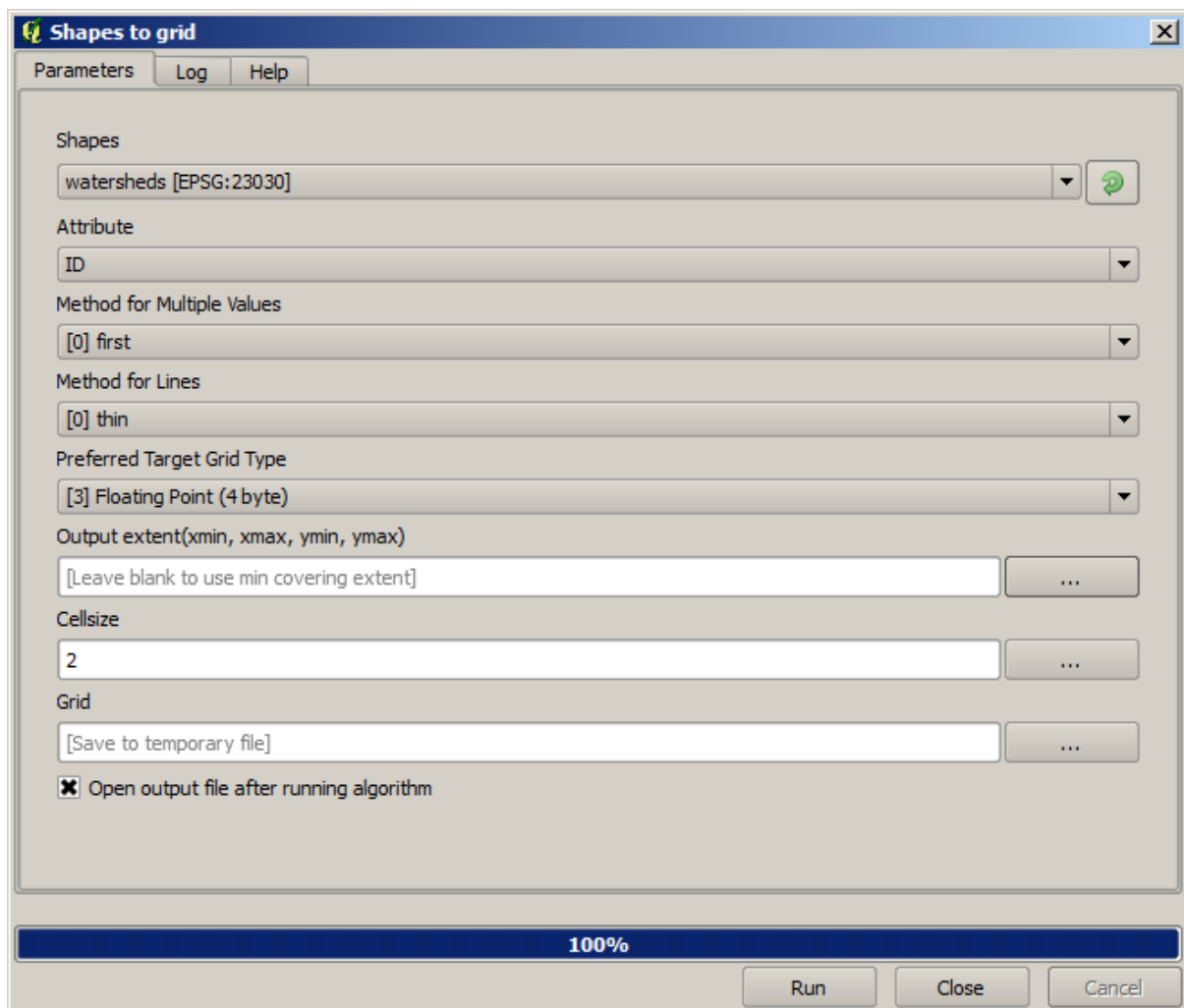
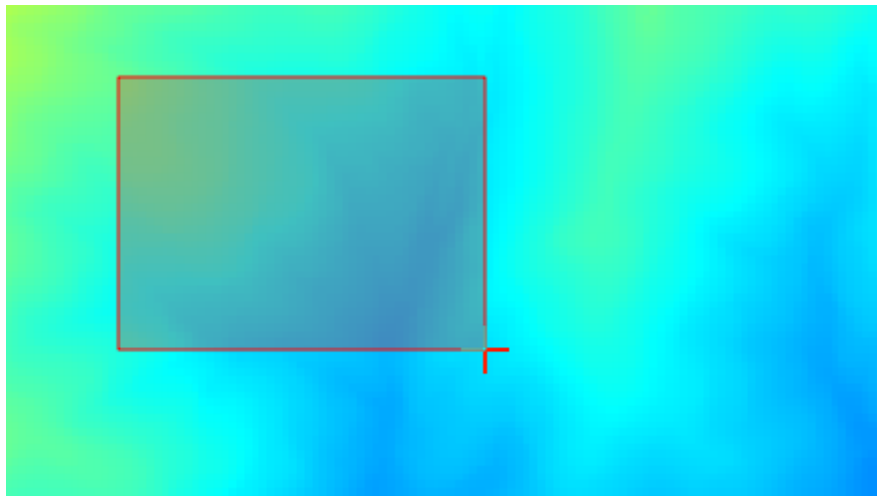
We will use this last method to execute our rasterization algorithm.

Fill the parameters dialog as shown next, and press *OK*.







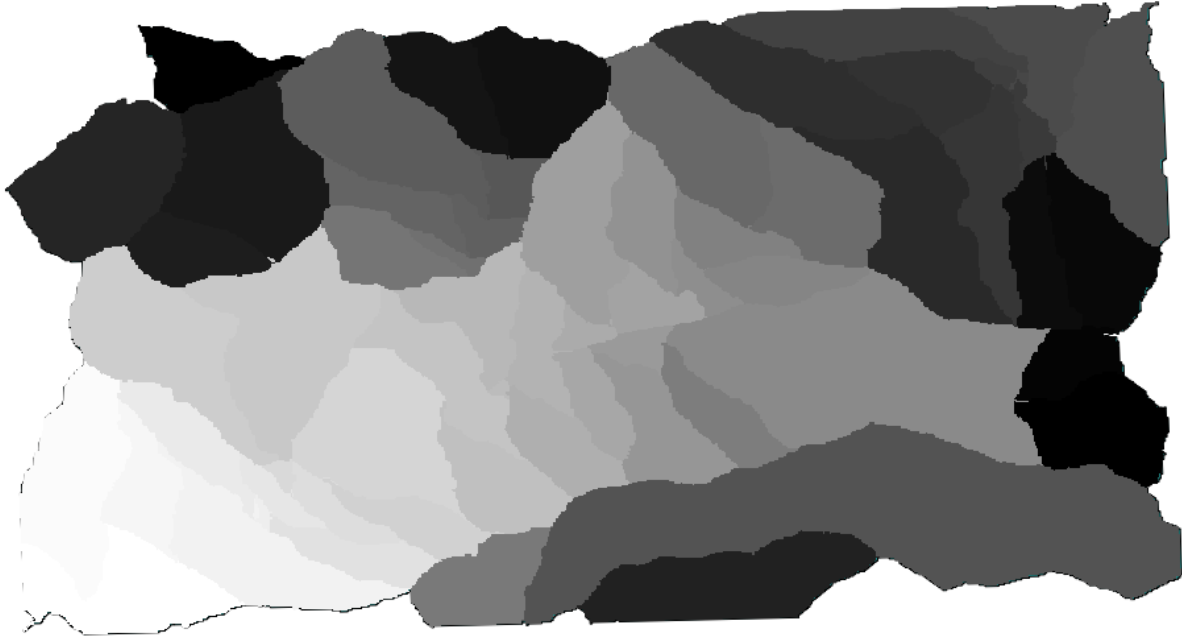


---

**Nota:** In this case, better use an *Integer (1 byte)* instead of a *Floating point (4 byte)*, since the *NAME* is an integer with maximum value=64. This will result in a smaller file size and faster computations.

---

You will get a rasterized layer that covers exactly the area covered by the original vector layer.



In some cases, the last option, *Use min covering extent from input layers*, might not be available. This will happen in those algorithm that do not have input layers, but just parameters of other types. In that case, you will have to enter the value manually or use any of the other options.

Notice that, when a selection exist, the extent of the layer is that of the whole set of features, and the selection is not used to compute the extent, even though the rasterization is executed on the selected items only. In that case, you might want to actually create a new layer from the selection, and then use it as input.

## 17.13 Risultati HTML

---

**Nota:** In questa lezione impareremo come QGIS maneggia i risultati nel formato HTML, i quali sono utilizzati per produrre risultati di testo e grafici.

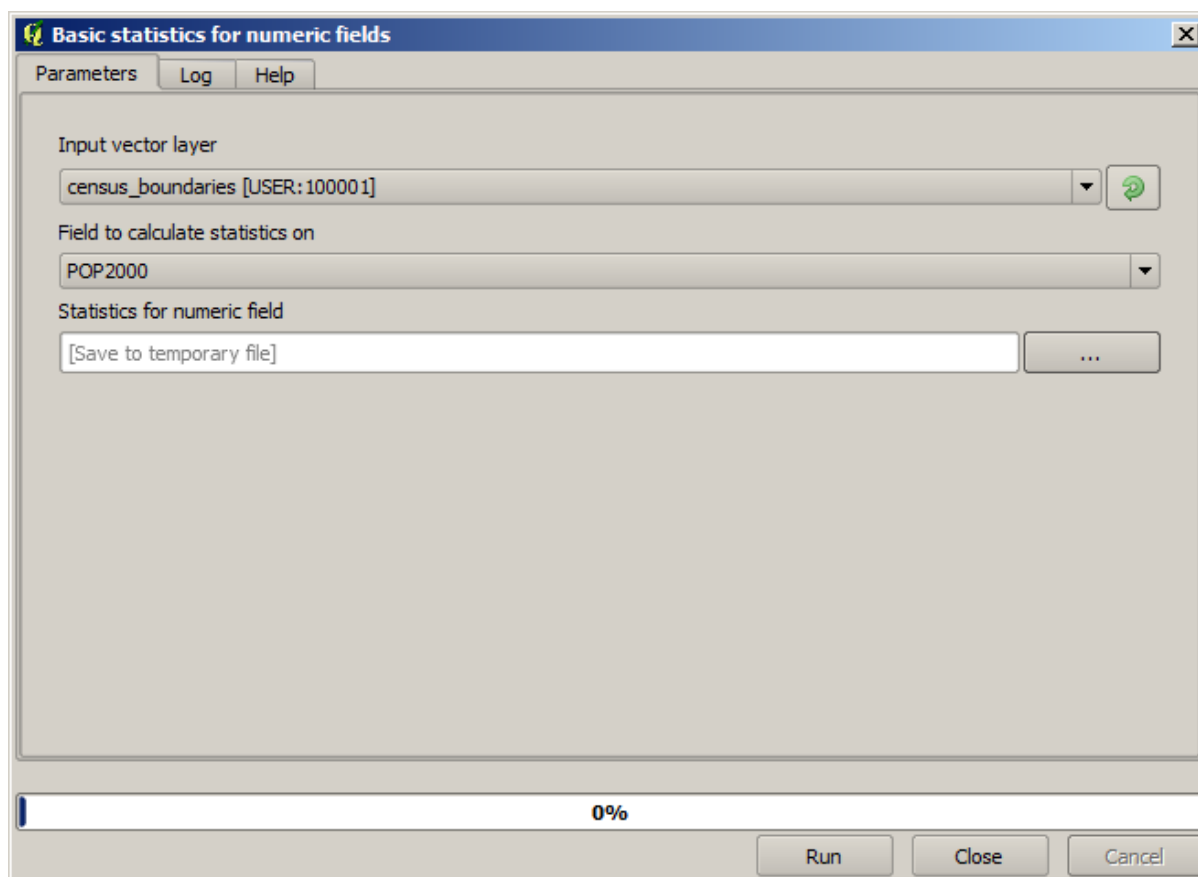
---

Tutti i risultati che abbiamo prodotto finora erano layer (raster o vettori). Ad ogni modo, alcuni algoritmi generano risultati sotto forma di testo e di grafici. Tutti questi risultati sono contenuti in file HTML e mostrati nel cosiddetto *Visualizzatore risultati*, che è un altro elemento dell'ambiente Processing.

Vediamo uno di questi algoritmi per capire come funzionano.

Apri il progetto con il dati da utilizzare in questa lezione e poi avvia l'algoritmo *Statistiche di base per campi numerici*.

L'algoritmo è piuttosto semplice e tu devi solo selezionare il vettore da utilizzare e uno dei suoi campi (un campo numerico). Il risultato è del tipo HTML, ma il riquadro corrispondente funziona esattamente come quello che puoi trovare nel caso di un risultato del tipo raster o vettore. Puoi inserire un percorso file o lasciarlo in bianco per salvare un file temporaneo. In questo caso, comunque, solo le estensioni `html` e `htm` sono permesse, per cui non è possibile alterare il formato del risultato usandone un'altra.



Esegui l’algoritmo selezionando in ingresso l’unico vettore nel progetto e il campo *POP2000*, e apparirà una nuova finestra di dialogo come quella mostrata di seguito una volta che l’algoritmo è stato eseguito e la finestra di dialogo dei parametri è stata chiusa.

Questo è il *Visualizzatore risultati*. Esso contiene tutti i risultati HTML generati durante la sessione corrente, facilmente accessibili, per cui puoi controllarli rapidamente qualora ne avessi bisogno. Così come succede per i vettori, se hai salvato il risultato in un file temporaneo, esso sarà cancellato una volta chiuso QGIS. Se lo hai salvato in un percorso non temporaneo, il file continuerà ad esistere, ma non apparirà più nel *Visualizzatore risultati* la prossima volta che aprirai QGIS.

Alcuni algoritmi generano testo che non può essere suddiviso in altri risultati più dettagliati. È questo il caso, per esempio, di algoritmi acquisiscono il risultato di testo da un processo esterno. In altri casi, il risultato è mostrato come testo, ma è diviso internamente in diversi risultati più piccoli, di solito nella forma di valori numerici. L’algoritmo che abbiamo appena eseguito è uno di questi. Ognuno di questi valori è maneggiato come un singolo risultato, e memorizzato in una variabile. Ciò non è importante per ora ma, quando passeremo al modellatore grafico, vedrai che ci permetterà di usare tali valori come parametri numerici in ingresso per altri algoritmi.

## 17.14 First analysis example

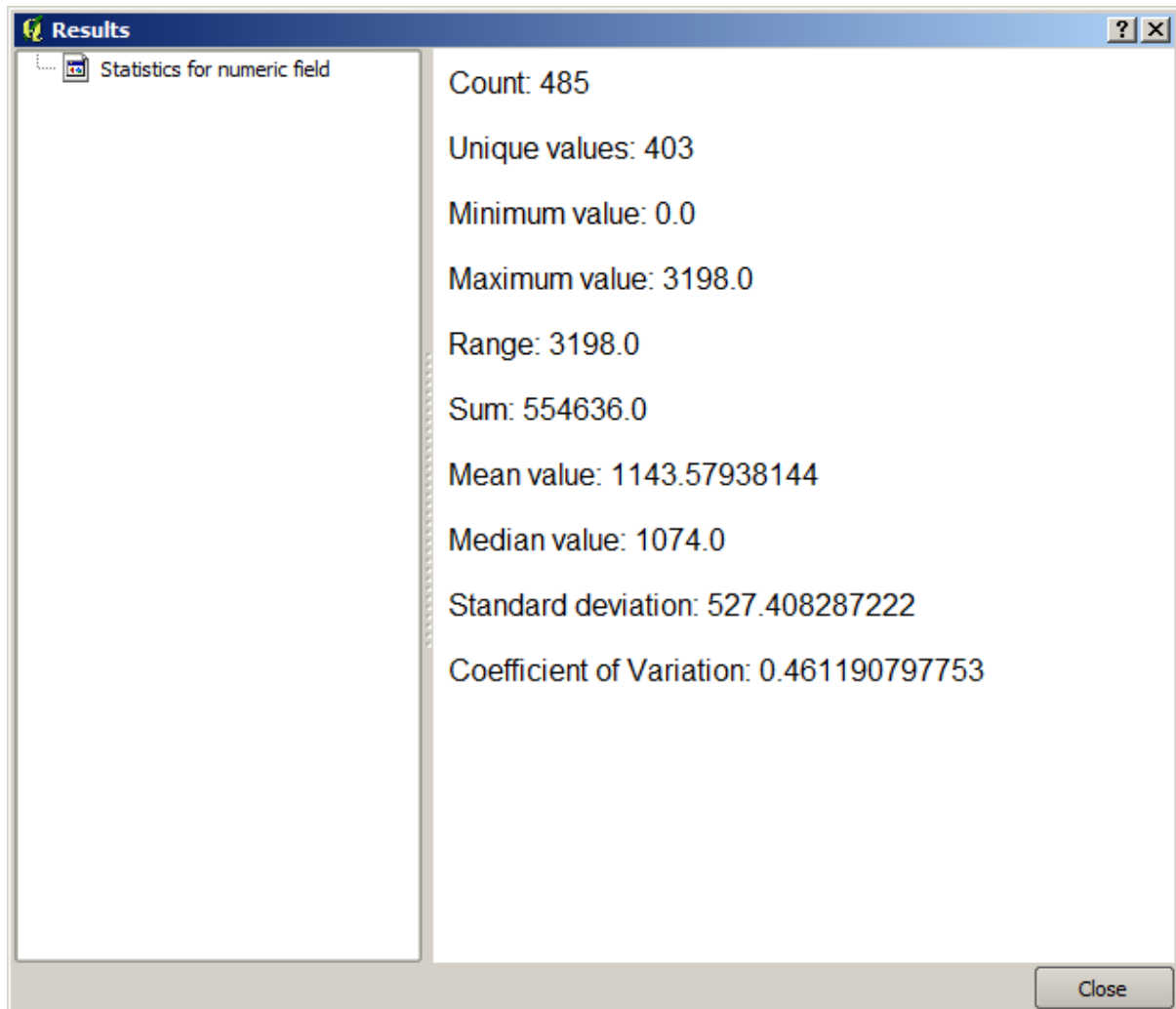
---

**Nota:** In this lesson we will perform some real analysis using just the toolbox, so you can get more familiar with the processing framework elements.

---

Now that everything is configured and we can use external algorithms, we have a very powerful tool to perform spatial analysis. It is time to work out a larger exercise with some real–world data.

We will be using the well-known dataset that John Snow used in 1854, in his groundbreaking work ([https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Snow\\_%28physician%29](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Snow_%28physician%29)), and we will get some interesting results. The analysis of this



dataset is pretty obvious and there is no need for sophisticated GIS techniques to end up with good results and conclusions, but it is a good way of showing how these spatial problems can be analyzed and solved by using different processing tools.

The dataset contains shapefiles with cholera deaths and pump locations, and an OSM rendered map in TIFF format. Open the corresponding QGIS project for this lesson.



The first thing to do is to calculate the Voronoi diagram (a.k.a. Thiessen polygons) of the pumps layer, to get the influence zone of each pump. The *Voronoi Diagram* algorithm can be used for that.

Pretty easy, but it will already give us interesting information.

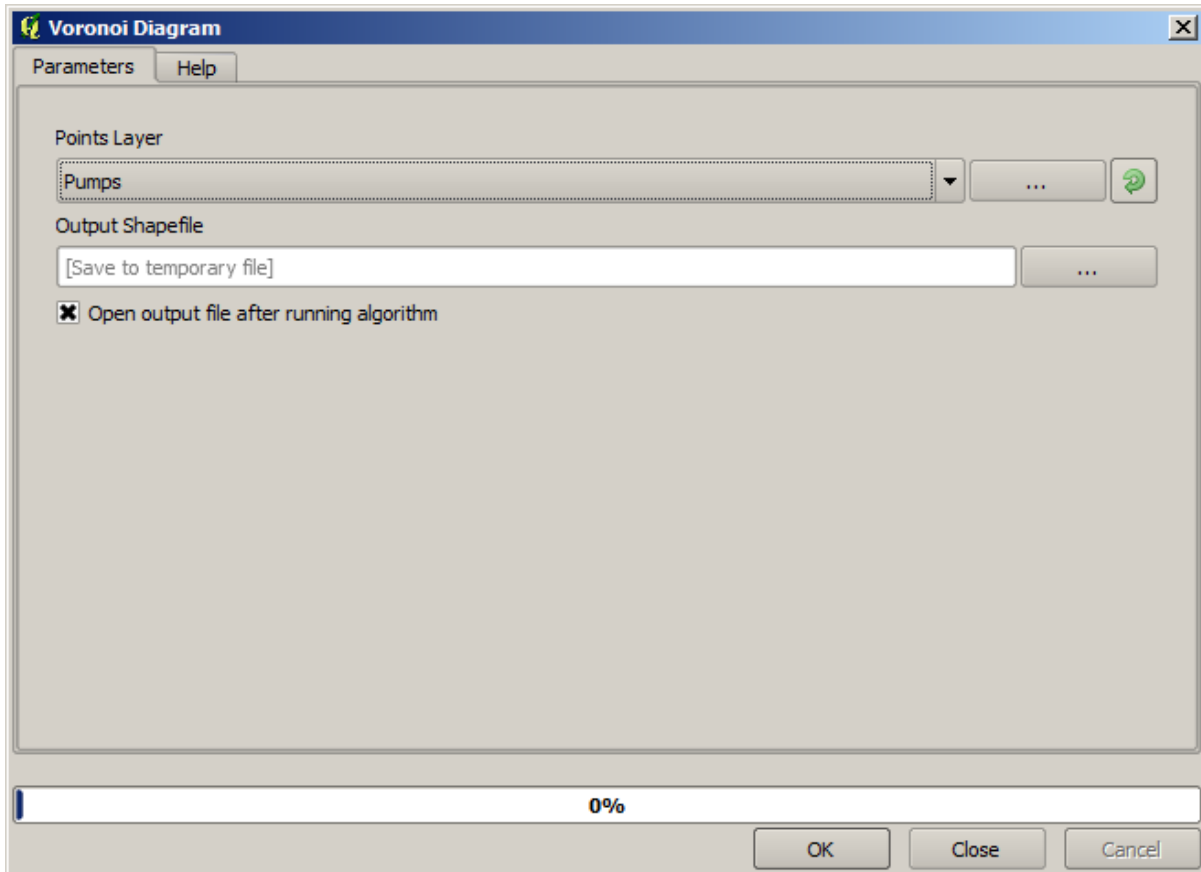
Clearly, most cases are within one of the polygons

To get a more quantitative result, we can count the number of deaths in each polygon. Since each point represents a building where deaths occurred, and the number of deaths is stored in an attribute, we cannot just count the points. We need a weighted count, so we will use the *Count points in polygon (weighted)* tool.

The new field will be called *DEATHS*, and we use the *COUNT* field as weighting field. The resulting table clearly reflects that the number of deaths in the polygon corresponding to the first pump is much larger than the other ones.

Another good way of visualizing the dependence of each point in the *Cholera\_deaths* layer with a point in the *Pumps* layer is to draw a line to the closest one. This can be done with the *Distance to nearest hub* tool, and using the configuration shown next.

The result looks like this:



Although the number of lines is larger in the case of the central pump, do not forget that this does not represent the number of deaths, but the number of locations where cholera cases were found. It is a representative parameter, but it is not considering that some locations might have more cases than other.

A density layer will also give us a very clear view of what is happening. We can create it with the *Kernel density* algorithm. Using the *Cholera\_deaths* layer, its *COUNT* field as weight field, with a radius of 100, the extent and cellsize of the streets raster layer, we get something like this.

Remember that, to get the output extent, you do not have to type it. Click on the button on the right-hand side and select *Use layer/canvas extent*.

Select the streets raster layer and its extent will be automatically added to the text field. You must do the same with the cellsize, selecting the cellsize of that layer as well.

Combining with the pumps layer, we see that there is one pump clearly in the hotspot where the maximum density of death cases is found.

## 17.15 Tagliare e unire raster

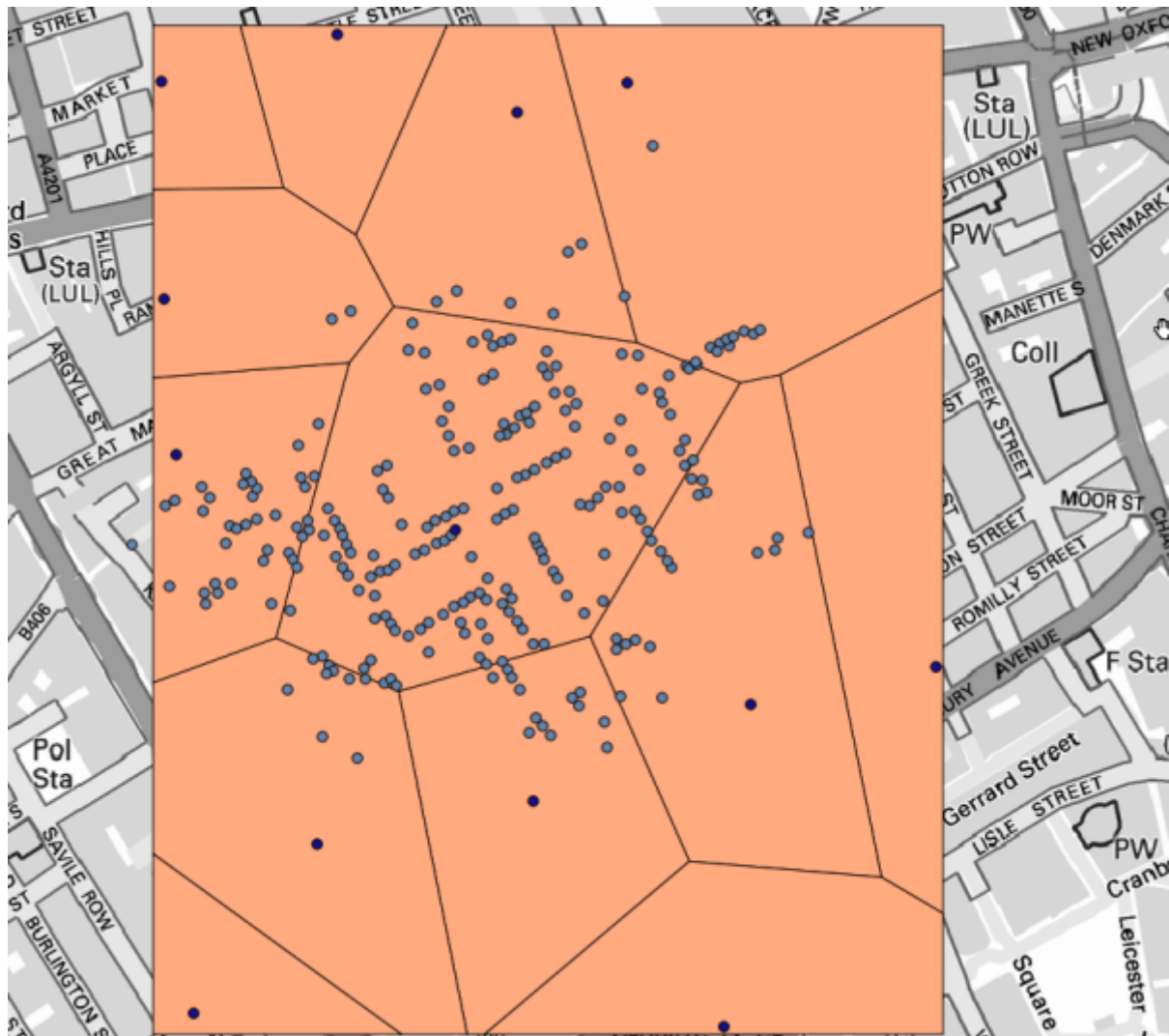
---

**Nota:** In questa lezione vedremo un altro esempio di preparazione di dati spaziali, per continuare a utilizzare geolgoritmi in scenari reali.

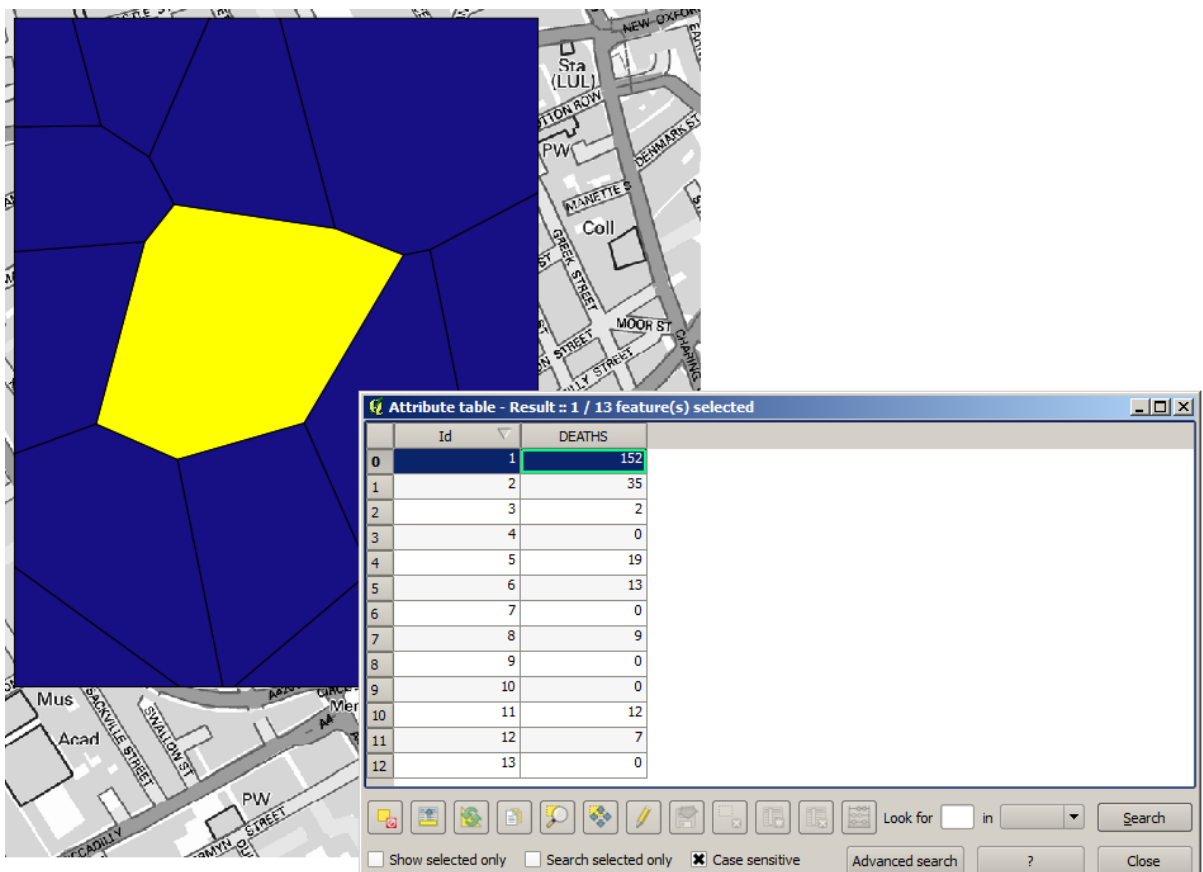
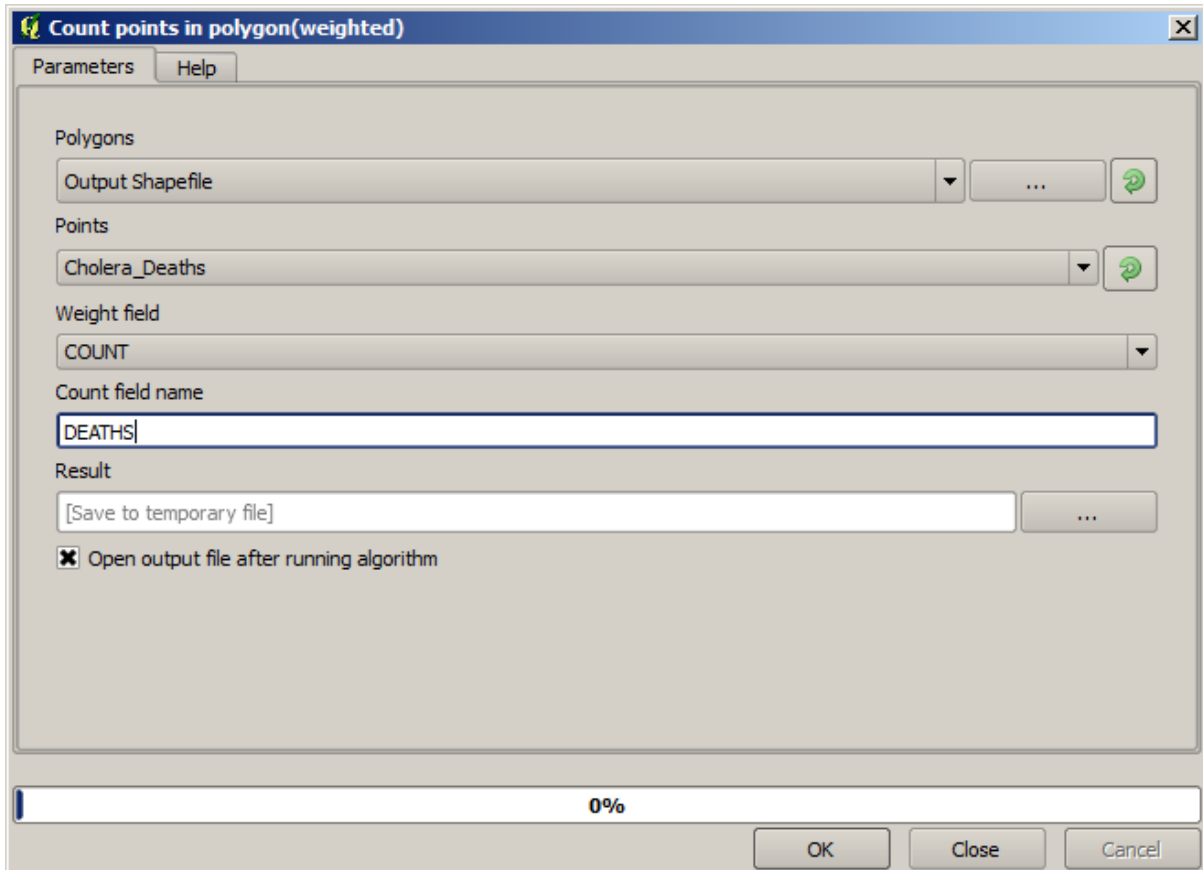
---

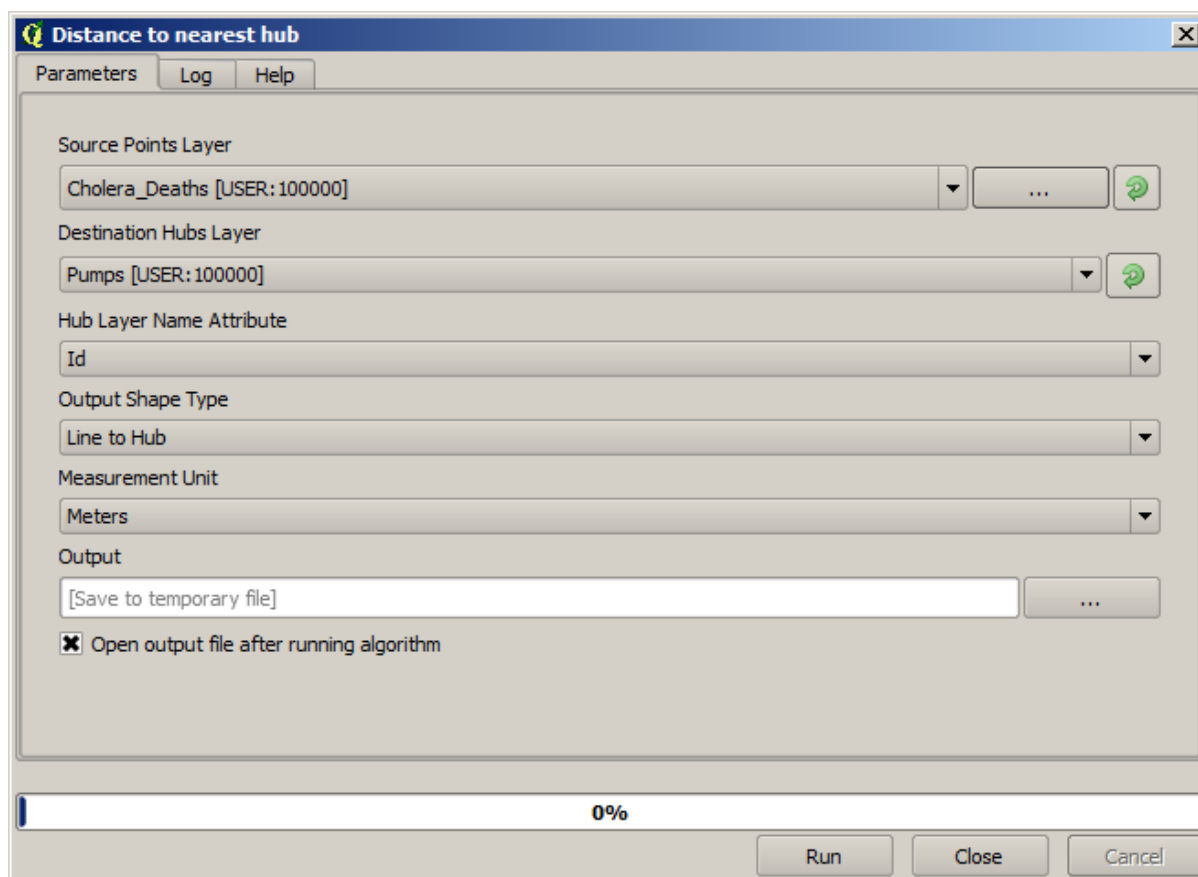
Per questa lezione, andremo a calcolare un raster delle pendenze per una zona intorno a un'area cittadina, che è fornita in un vettore costituito da un singolo poligono. Il DEM di base è diviso in due raster che, insieme, coprono un'area molto più estesa di quella attorno alla città con cui vogliamo lavorare. Se apri il progetto corrispondente a questa lezione, vedrai qualcosa del genere.

Questi raster hanno due problemi:









- Coprono un'area che troppo estesa per i nostri scopi (ci interessa solo una zona più piccola intorno al centro cittadino)
- Si trovano in due file diversi (i confini cittadini si trovano all'interno di un solo raster, ma, come si è già detto, vogliamo avere dello spazio aggiuntivo attorno ad esso).

Entrambi i problemi sono facilmente risolvibili con i geoalgoritmi appropriati.

Innanzitutto, creiamo un rettangolo che definisca l'area di cui abbiamo bisogno. Per fare ciò, creiamo un vettore contenente il perimetro di delimitazione del vettore con i confini dell'area cittadina, e in seguito eseguiamo un buffer su di esso, in modo da avere un raster che si estenda un po' oltre lo spazio minimo necessario.

Per il calcolare il perimetro di delimitazione, possiamo usare l'algoritmo *Poligono dall'estensione del layer*

Per eseguire il buffer, usiamo l'algoritmo *Buffer a distanza fissa*, con i seguenti parametri.

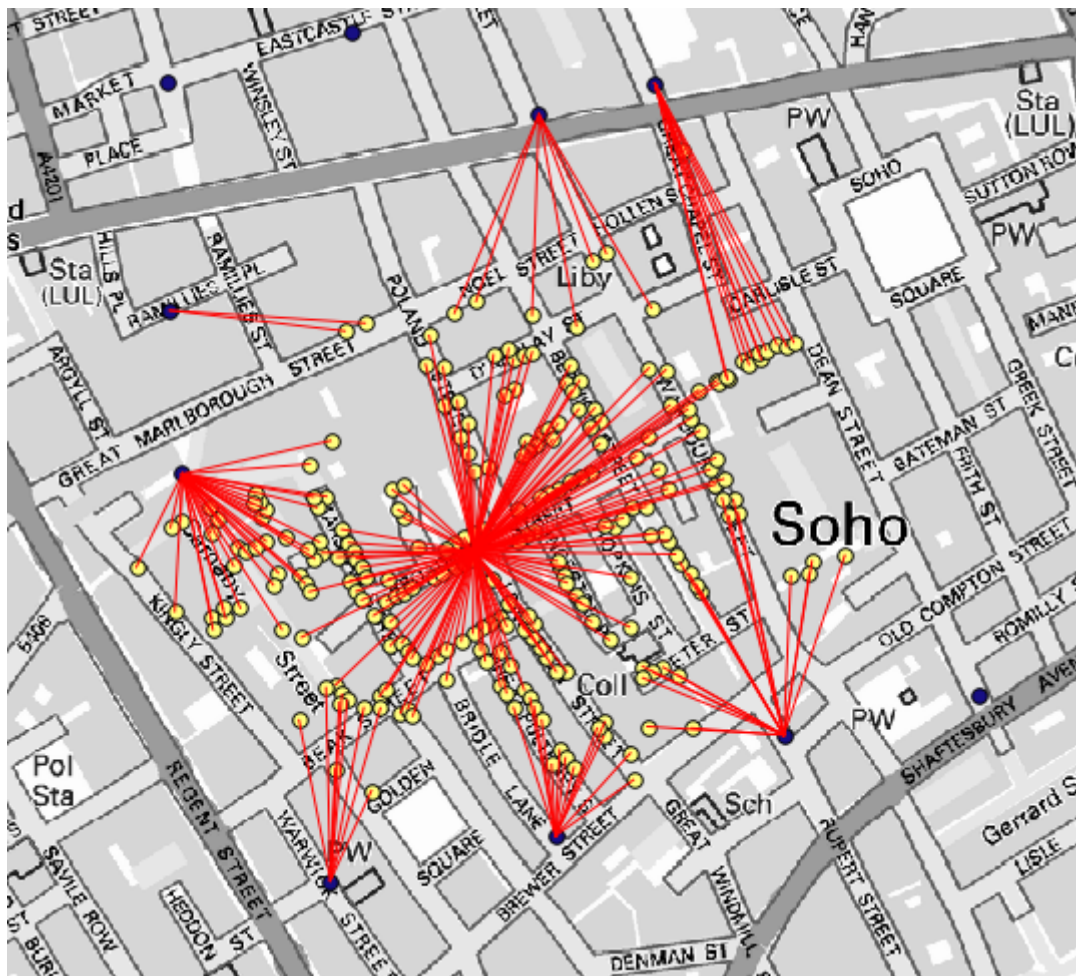
**Avvertimento:** La sintassi è cambiata nelle ultime versioni; imposta .25 sia per Distanza che per Vertice dell'arco.

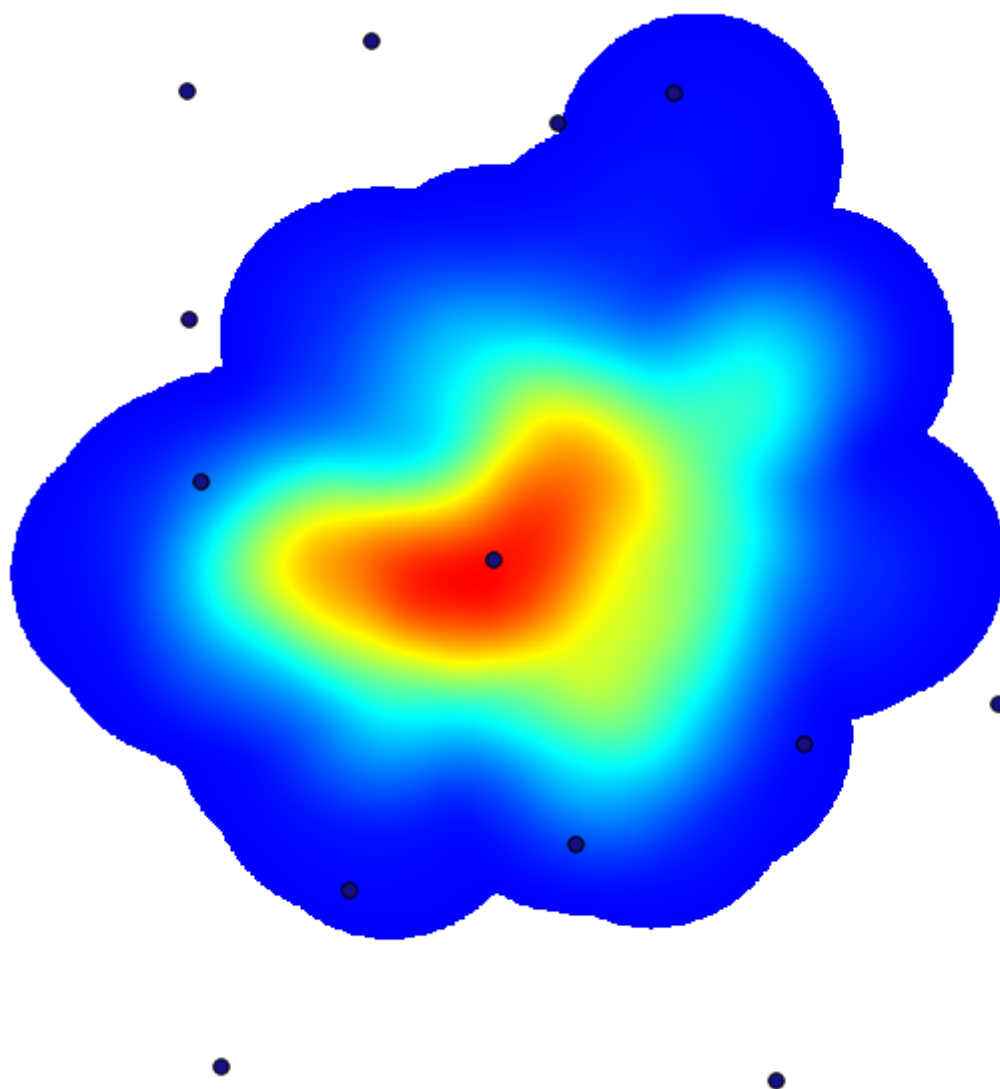
Ecco il perimetro di delimitazione risultante ottenuto utilizzando i parametri sopra mostrati.

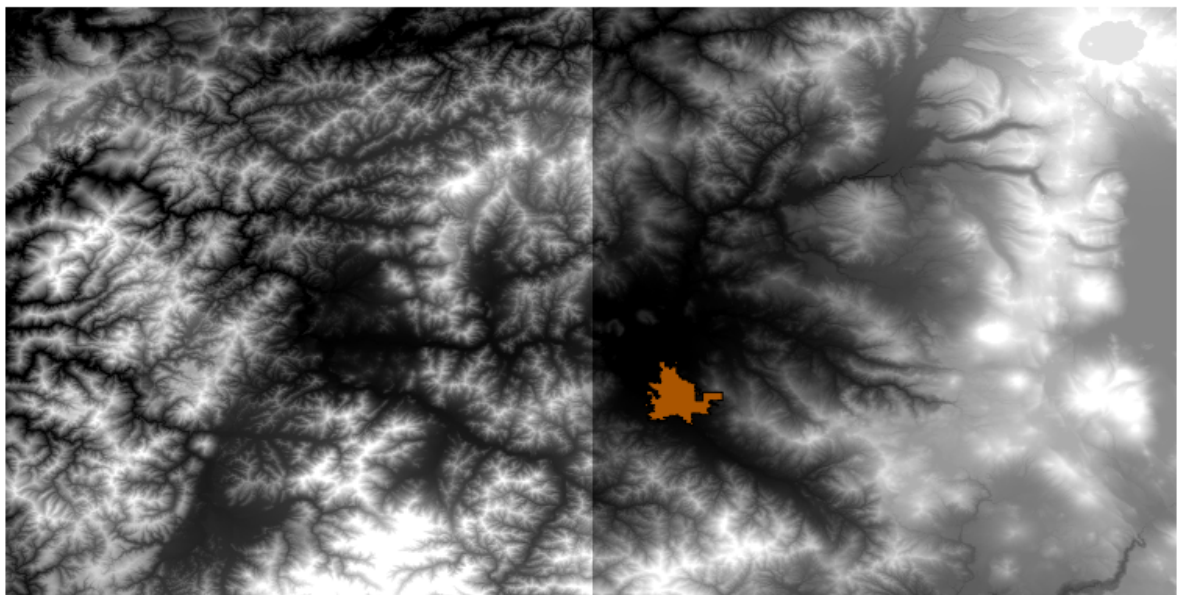
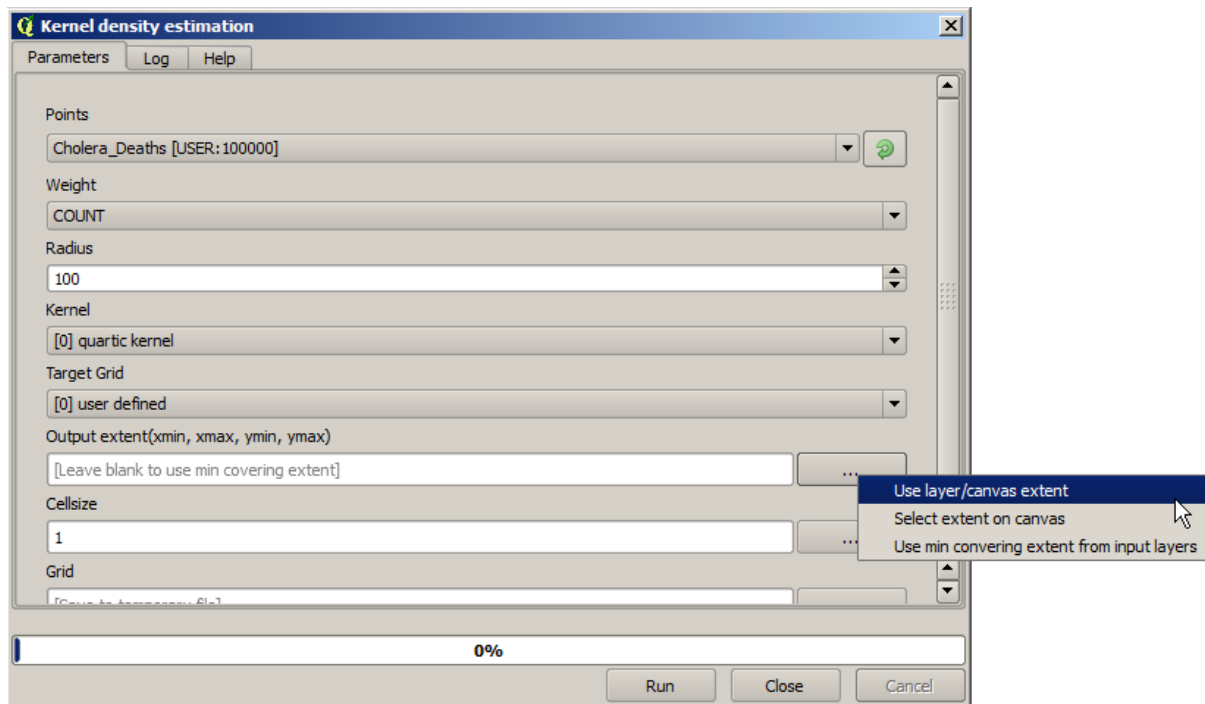
Si tratta di un riquadro arrotondato, ma possiamo ottenere facilmente il riquadro equivalente con angoli retti eseguendo l'algoritmo *Poligono dall'estensione del layer* su di esso. Avremmo potuto eseguire prima il buffer sui confini della città, e dopo calcolare il rettangolo dell'estensione, risparmiando un passaggio.

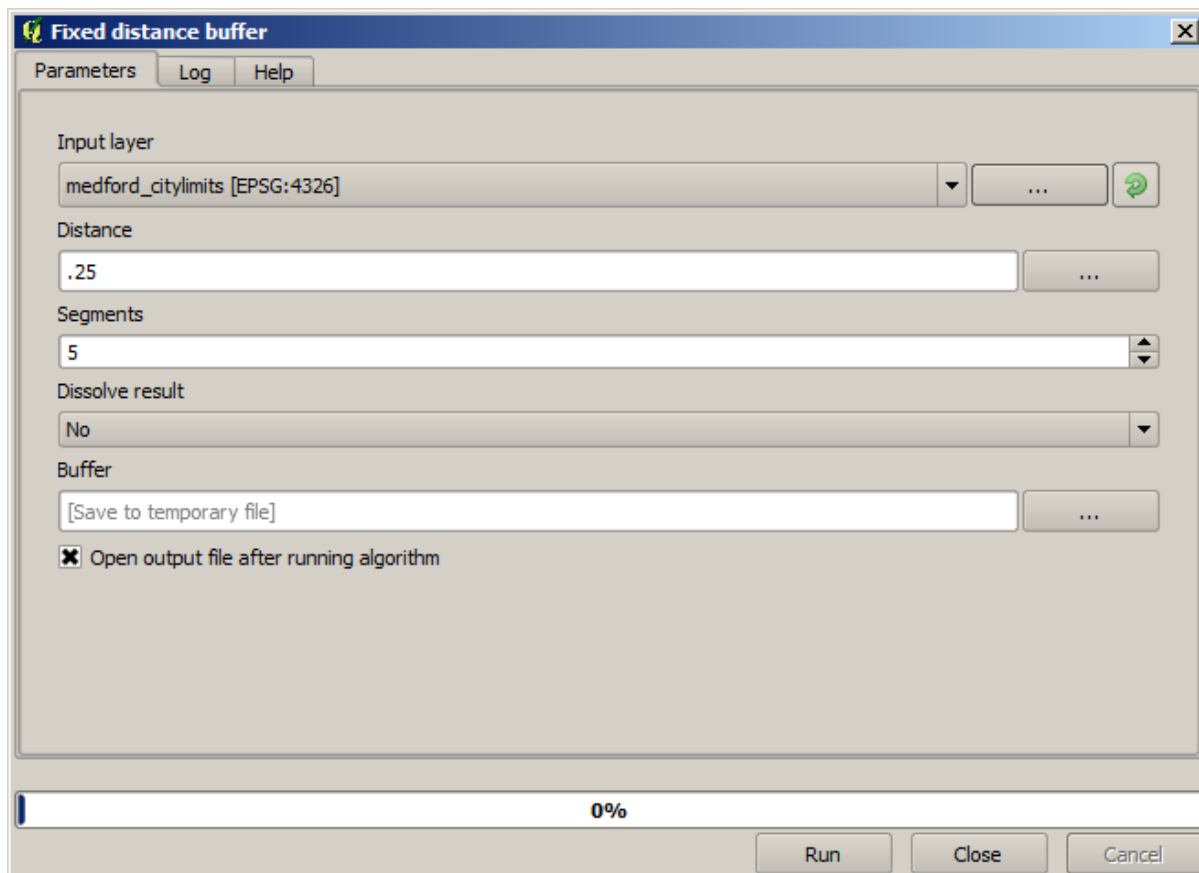
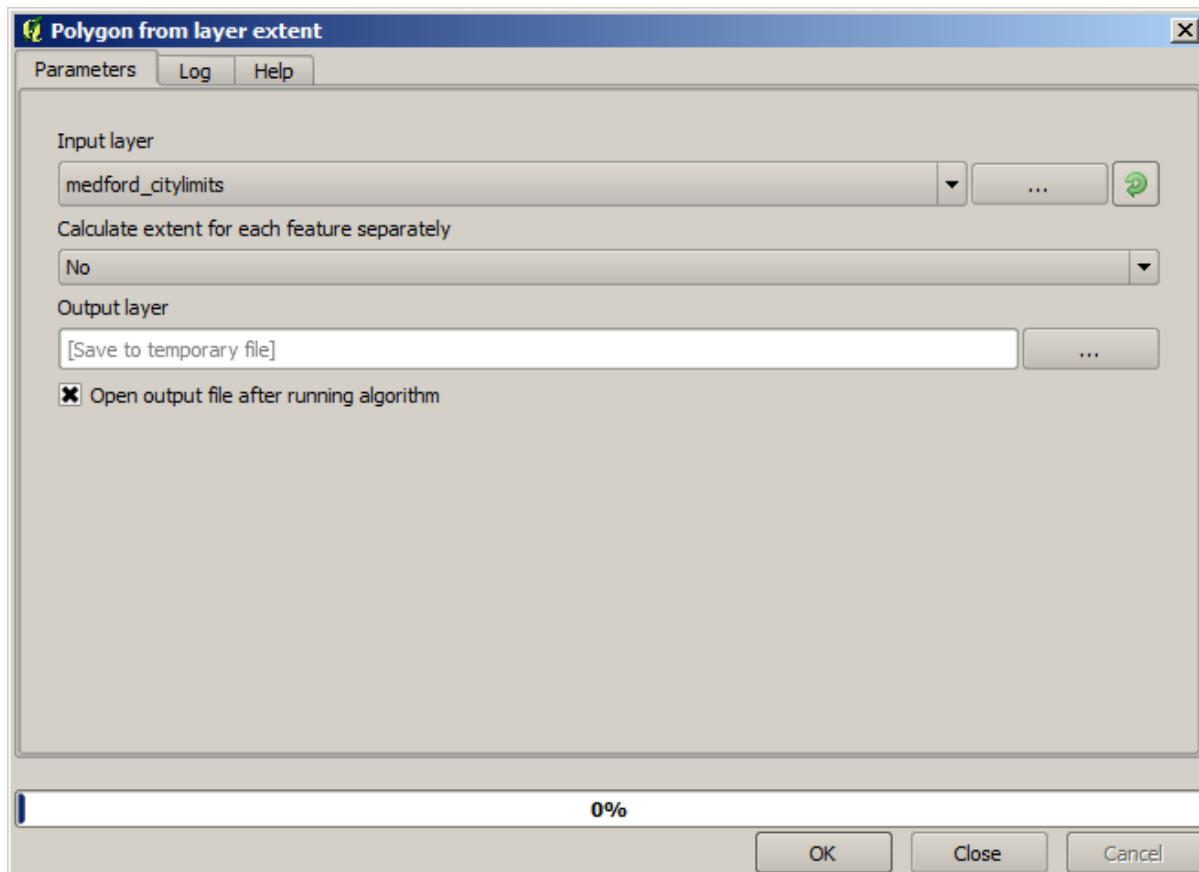
Noterai che i raster hanno una proiezione differente rispetto al vettore. Dovremmo pertanto riproiettarli prima di procedere oltre, utilizzando lo strumento *Riproiezione*.

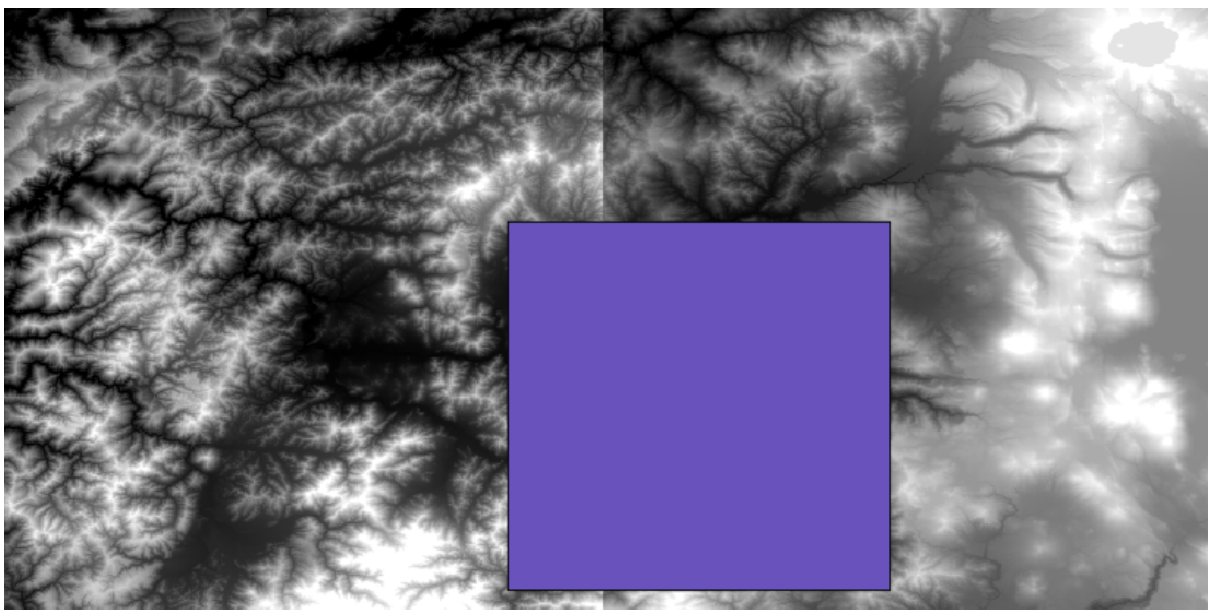
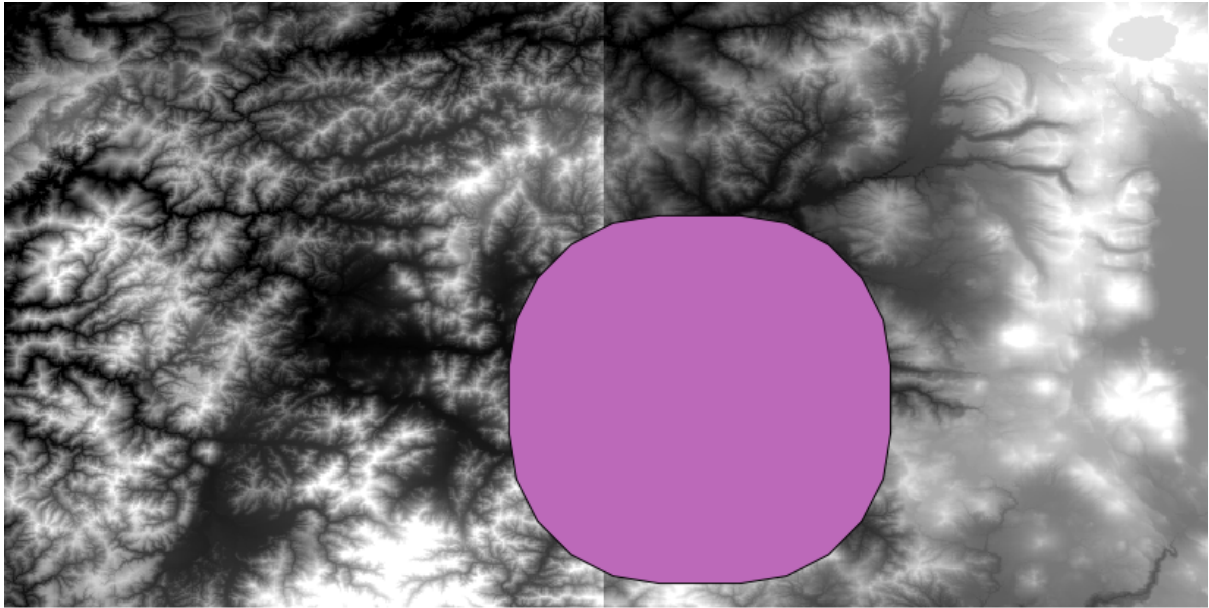
**Nota:** Le ultime versioni hanno un'interfaccia più complessa. Assicurati che sia selezionato almeno un metodo di compressione.



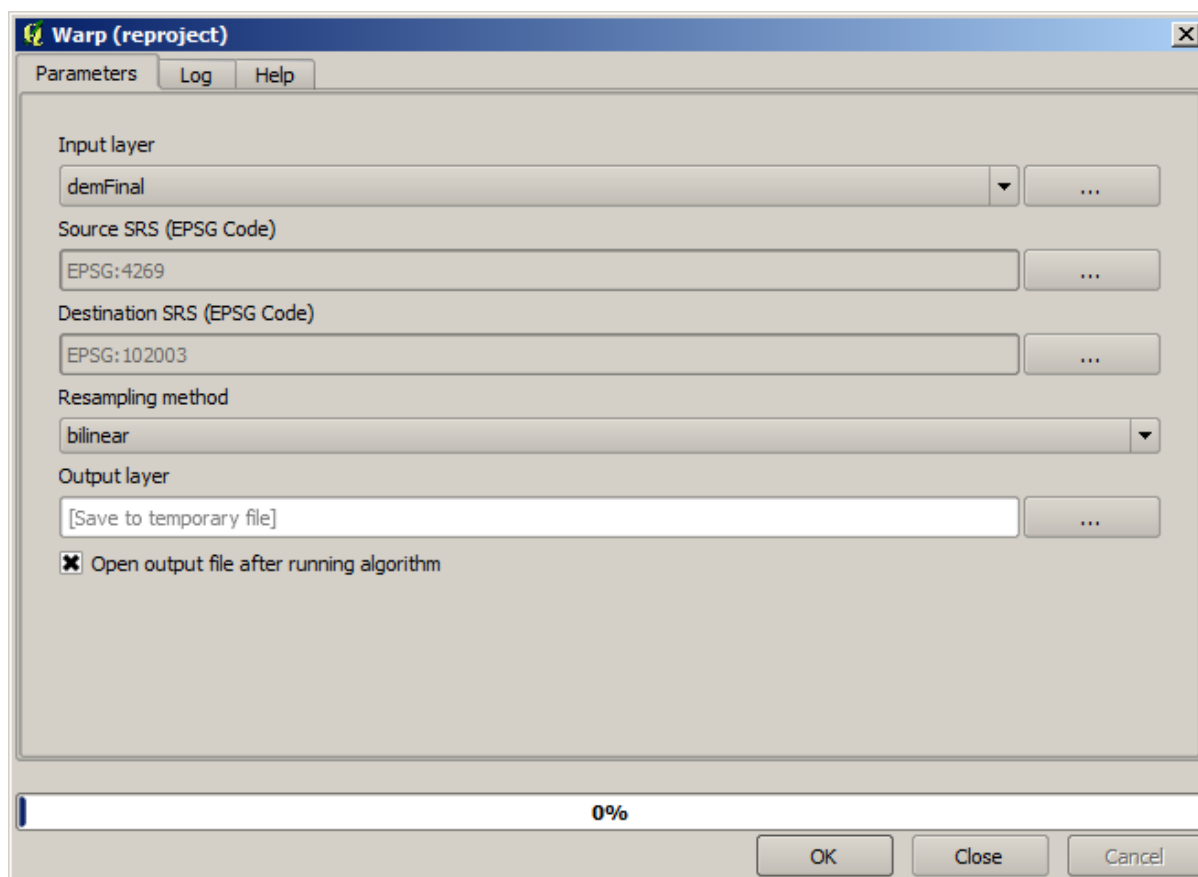












Con questo vettore che contiene il perimetro di delimitazione del raster che vogliamo ottenere, possiamo tagliare entrambi i raster, utilizzando l'algoritmo *Taglia raster con poligono*.

Una che i raster sono stati tagliati, possono essere uniti utilizzando l'algoritmo GDAL *Unione*.

---

**Nota:** Puoi risparmiare del tempo prima unendo e poi tagliando, evitando di richiamare due volte l'algoritmo di ritaglio. Comunque, se ci sono diversi raster da unire ed essi hanno una dimensione piuttosto elevata, otterrai un raster esteso che sarà successivamente difficile da processare. In tal caso, potrebbe essere necessario lanciare l'algoritmo di ritaglio diverse volte, il che potrebbe essere dispendioso in termini di tempo, ma non preoccuparti, presto vedremo che esistono strumenti aggiuntivi per automatizzare tale operazione. In questo esempio abbiamo solo due raster, per cui al momento non dovresti preoccuparti di ciò.

---

Così facendo, otteniamo il DEM finale desiderato.

Adesso è il momento di creare il raster delle pendenze.

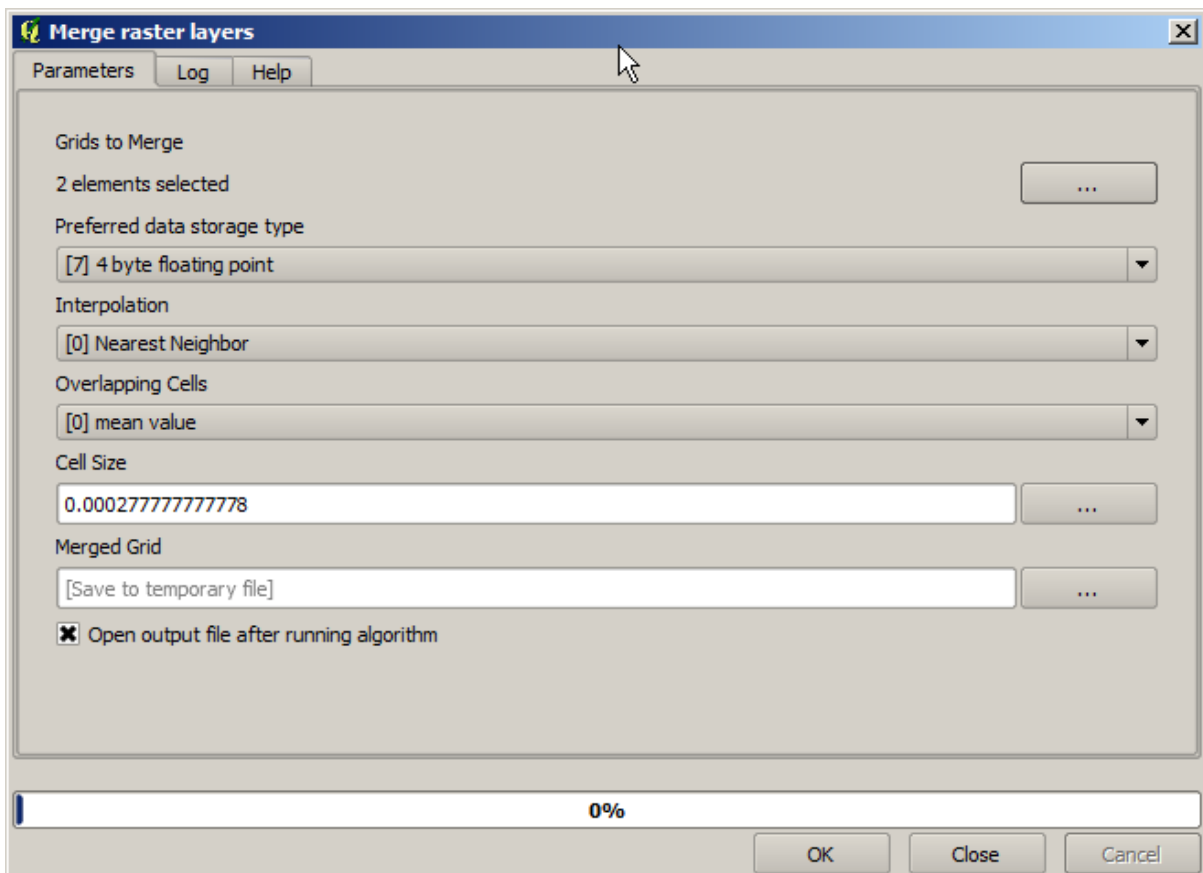
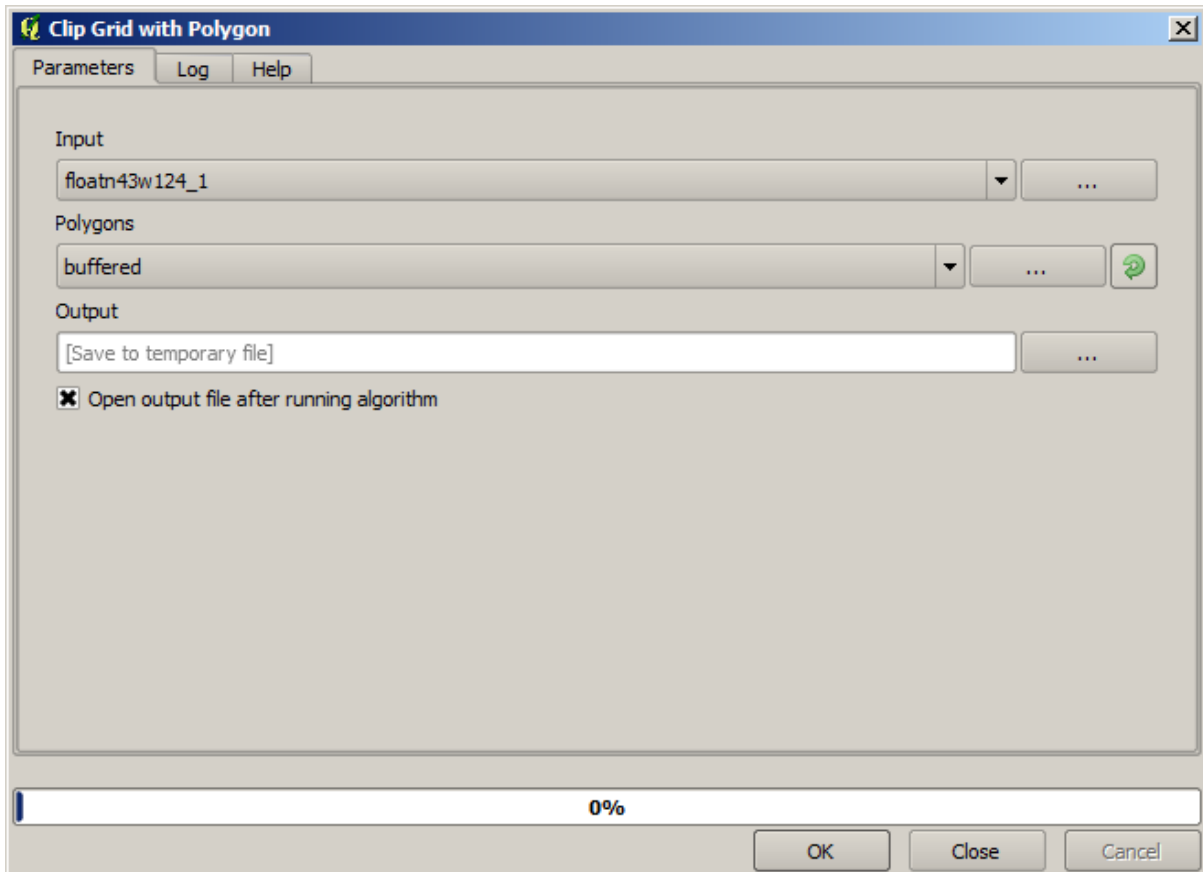
Un raster delle pendenze può essere calcolato con l'algoritmo *\*\*Pendenza, Esposizione, Curvatura\**, ma il DEM ottenuto nell'ultimo passaggio non è adatto come file di ingresso, dal momento che i valori di elevazione sono in metri ma la dimensione della cella non è espressa in metri (il raster utilizza un CRS con coordinate geografiche). È necessaria una riproiezione. Per riproiettare un raster, si può utilizzare nuovamente l'algoritmo *Riproiezione*. Eseguiamo la riproiezione in un CRS avente i metri come unità (ad es. 3857), in modo da poter calcolare correttamente la pendenza, con SAGA o GDAL.

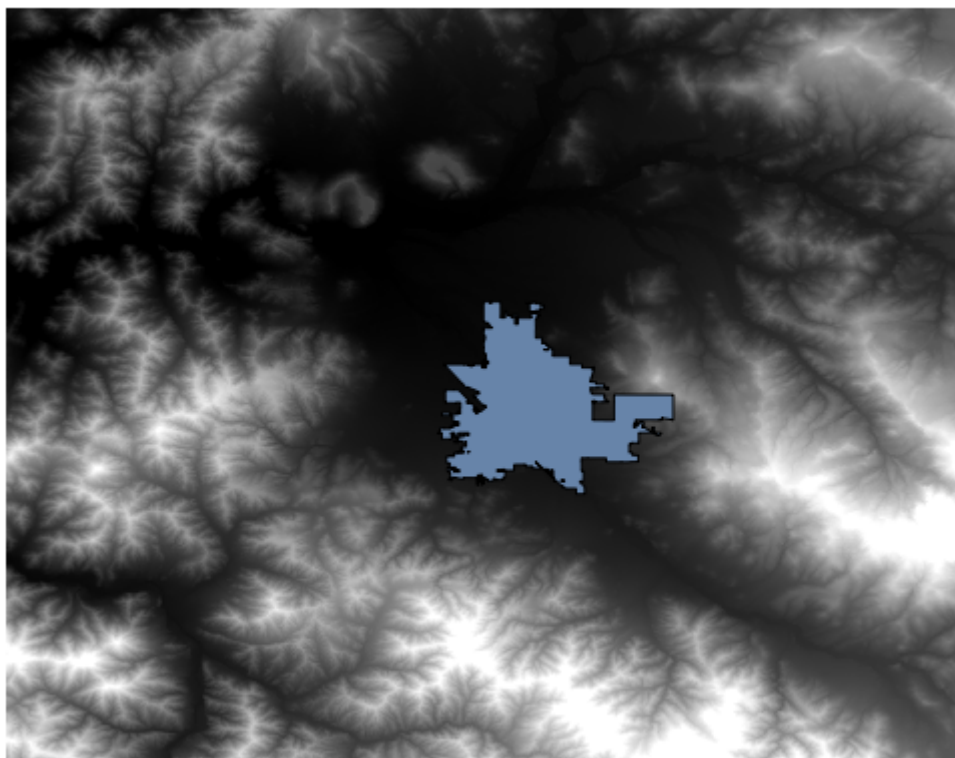
Con il nuovo DEM, la pendenza può essere ora calcolata.

E questo è il raster delle pendenze risultante.

La pendenza generata dall'algoritmo *Pendenza, Esposizione, Curvatura* può essere espressa in gradi o radianti; i gradi sono più pratici ed unità di misura comuni. Nel caso in cui l'avessi calcolata in radianti, l'algoritmo *Conversioni metriche* ci verrà in aiuto per eseguire la conversione (ma qualora non avessi saputo dell'esistenza dell'algoritmo, avresti potuto usare il calcolatore raster che abbiamo già utilizzato).







Riproiettato il raster delle pendenze convertito con lo strumento *Riproietta raster*, otteniamo il raster finale desiderato.

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

I processi di riproiezione potrebbero aver fatto in modo che il raster finale contenga alcuni dati al di fuori del perimetro di delimitazione che avevamo calcolato in uno dei passaggi iniziali. Questo può essere risolto tagliandolo di nuovo, così come abbiamo fatto per ottenere il DEM di base.

## 17.16 Analisi idrologica

---

**Nota:** In questa lezione eseguiremo alcune analisi idrologiche. Questa analisi verrà usata in alcune delle prossime lezioni, dato che costituisce un buon esempio di flusso di lavoro per l'analisi, e verrà utilizzato per dimostrare alcune funzionalità avanzate.

---

In questa lezione, eseguiremo alcune analisi idrologiche. Iniziando con un DEM, estrarremo una rete di canali, delineremo gli spartiacque e calcoleremo alcune statistiche.

La prima cosa da fare è caricare il progetto con i dati della lezione, che contengono il DEM.

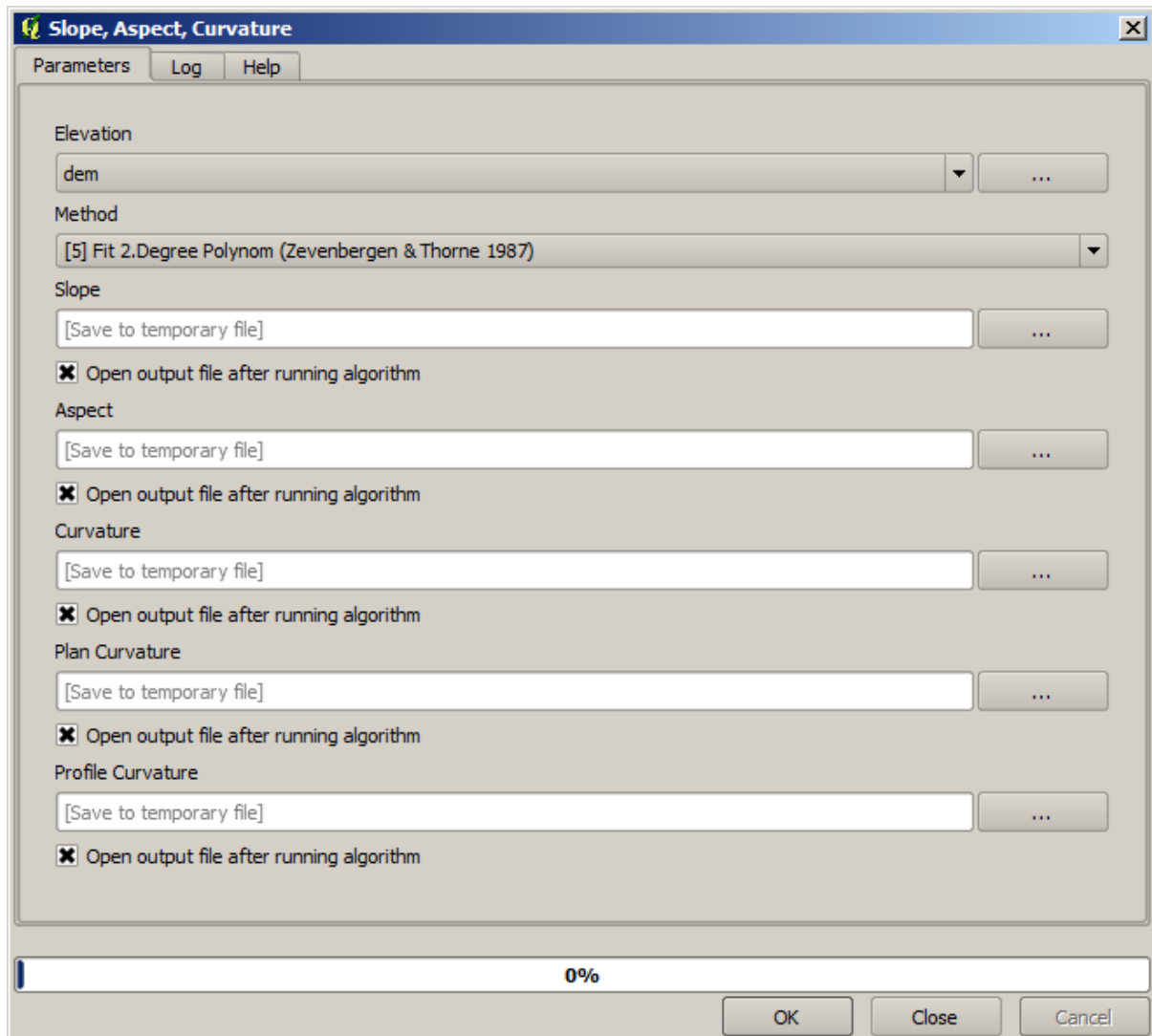
Il primo modulo da eseguire è *Bacino d'utenza* (in alcune versioni di SAGA è chiamato *Flow accumulation (Top Down)*). Tu puoi usare qualsiasi di quelli chiamati *Bacino d'utenza*. Ci sono dentro diversi algoritmi, ma i risultati sono di base gli stessi.

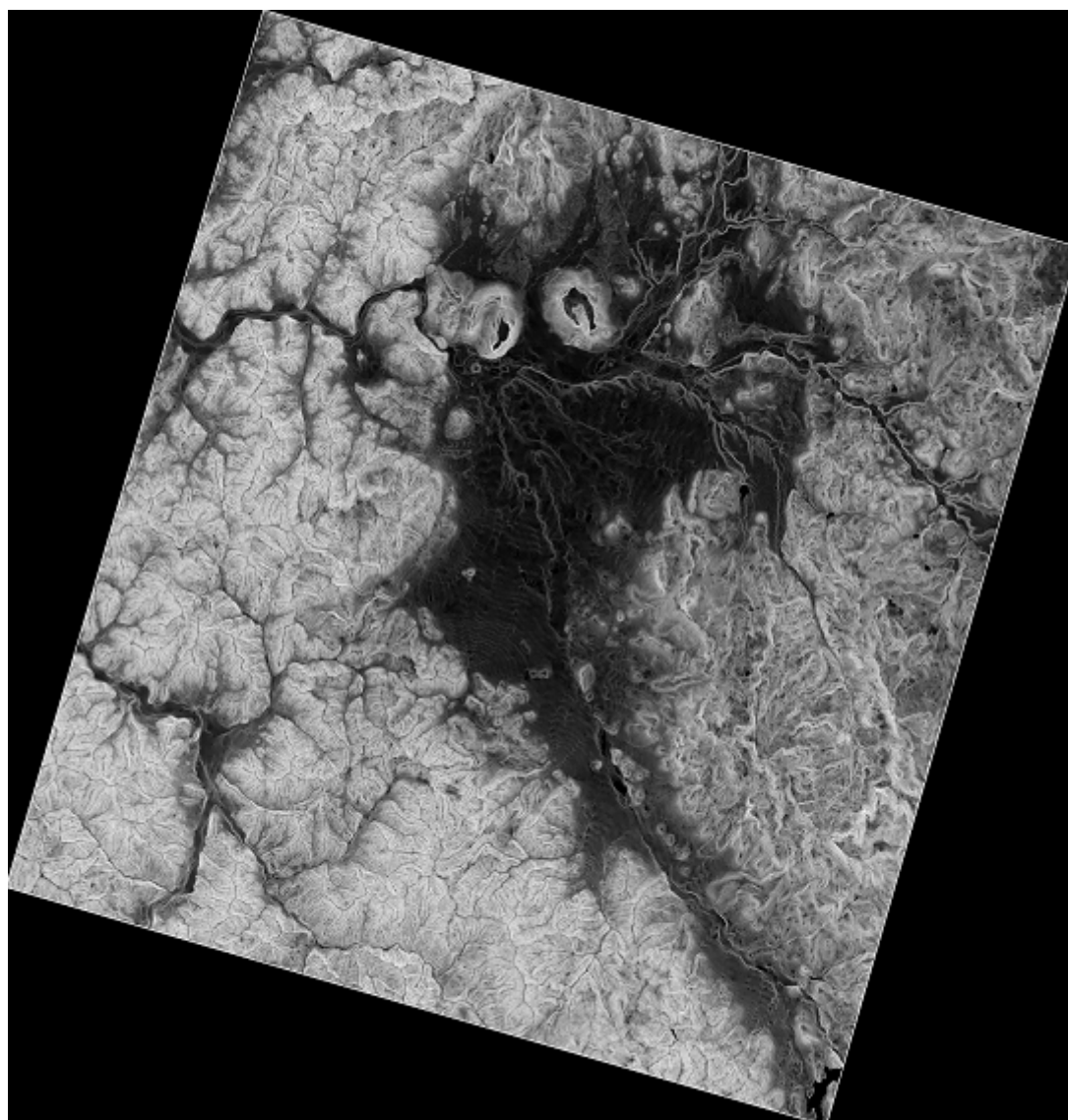
Selezionare il DEM nel campo *Elevazione*, e lasciare i valori di default per i restanti parametri.

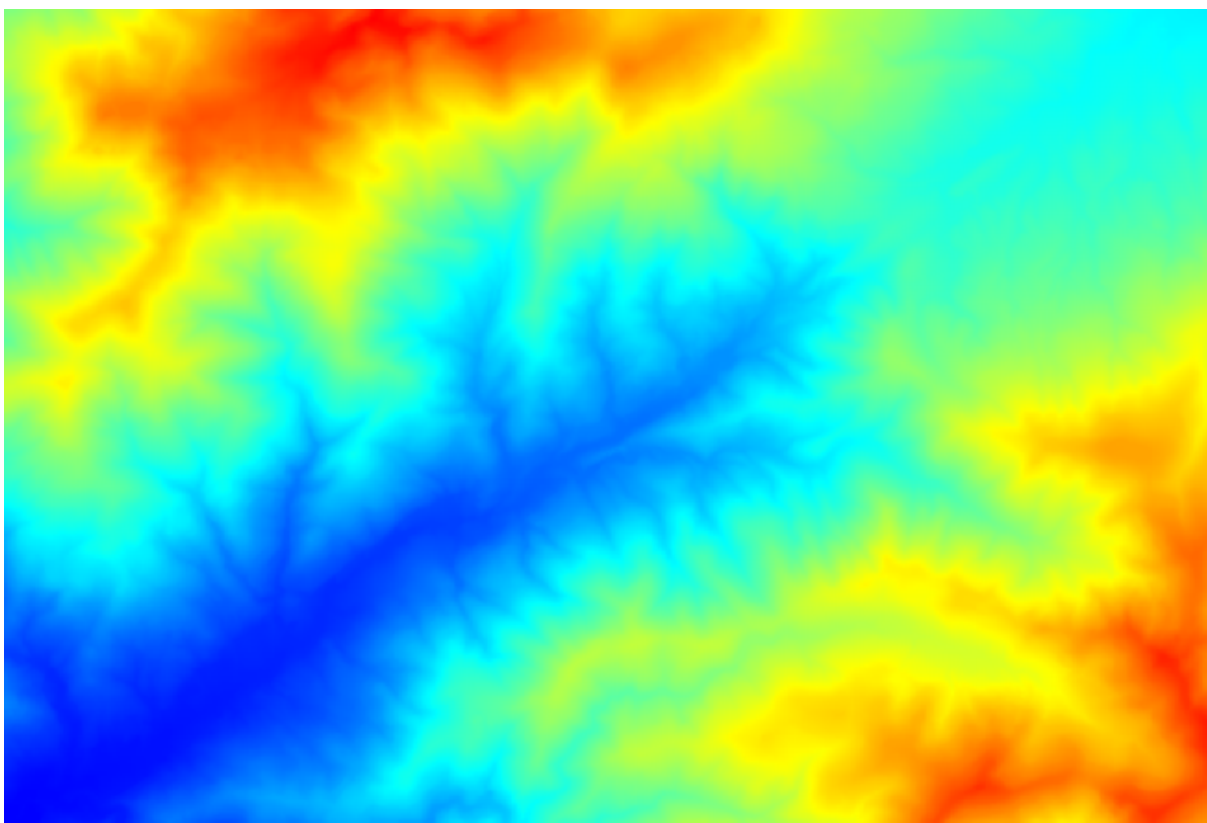
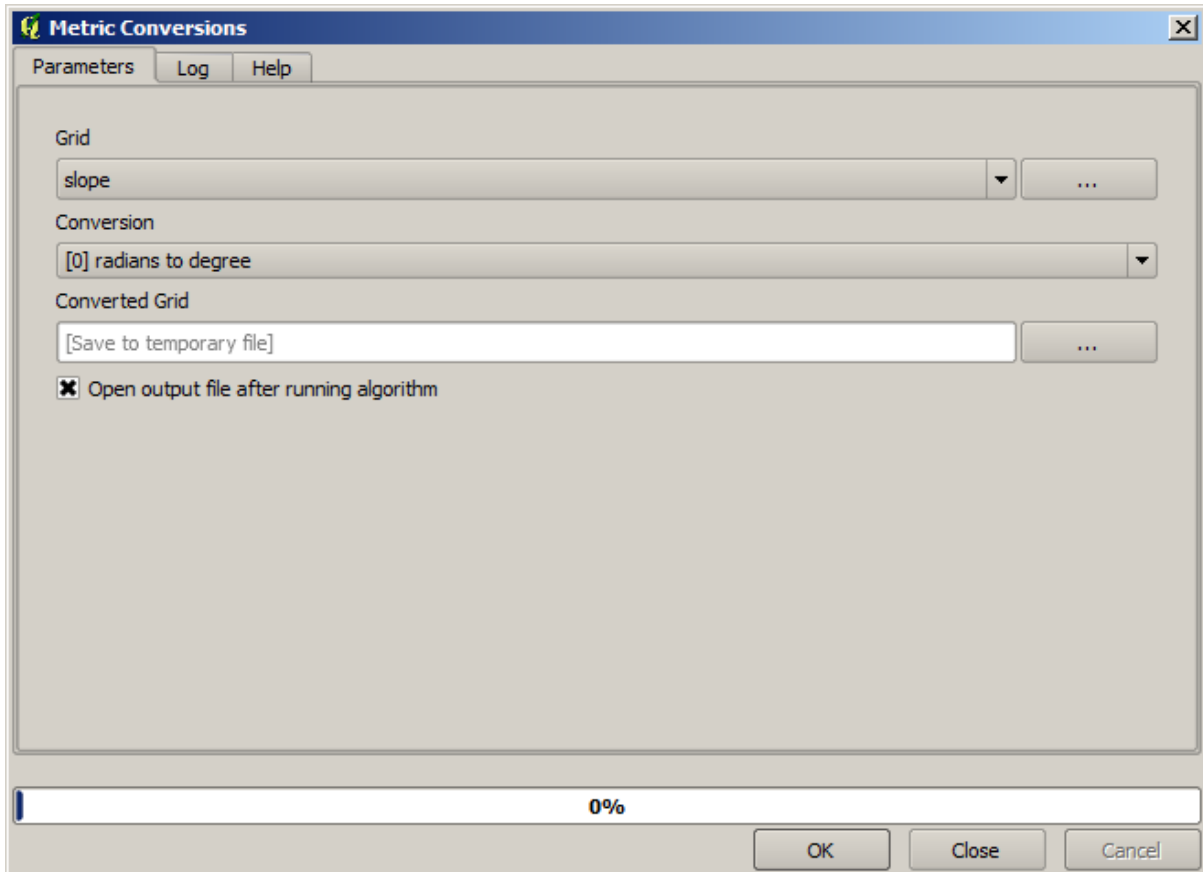
Alcuni algoritmi calcolano diversi layer, ma il *Bacino di utenza* è l'unico che utilizzeremo.

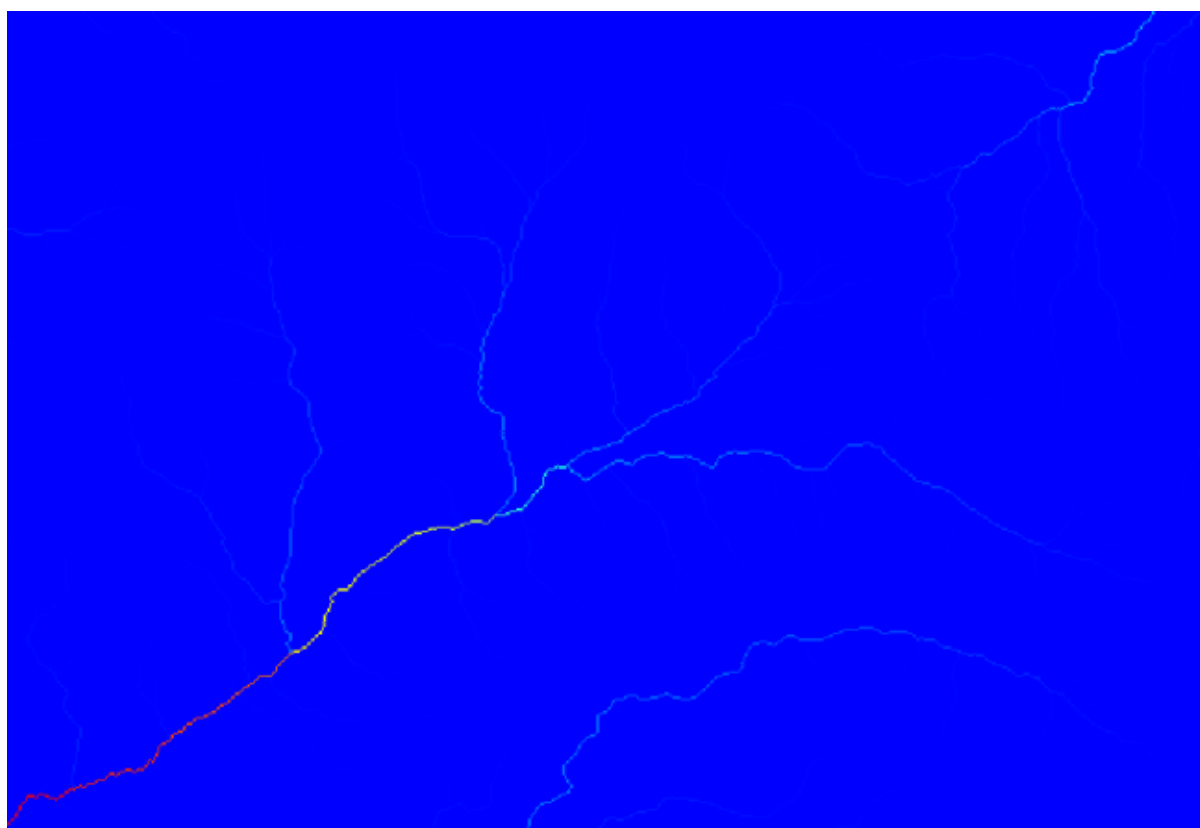
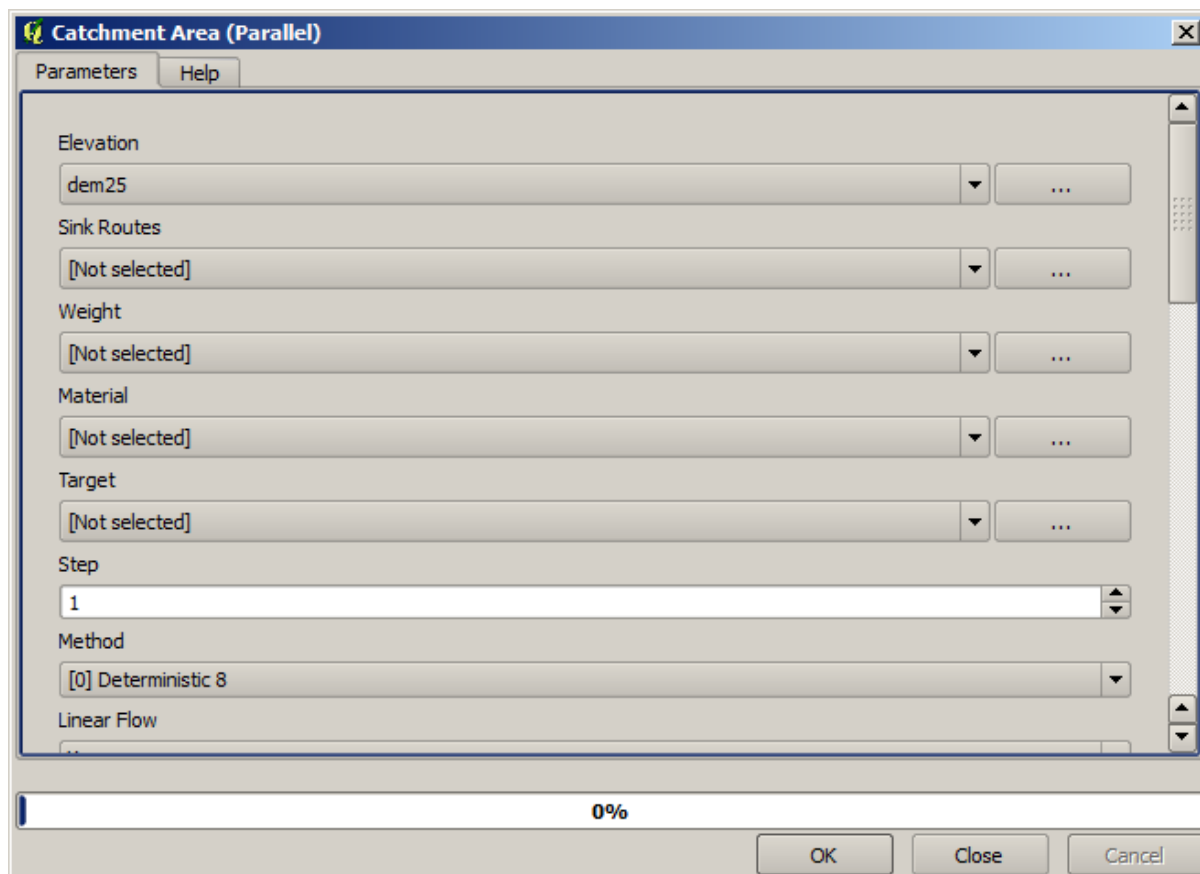
Potete eliminare gli altri se volete.

La visualizzazione del layer non è molto informativa.

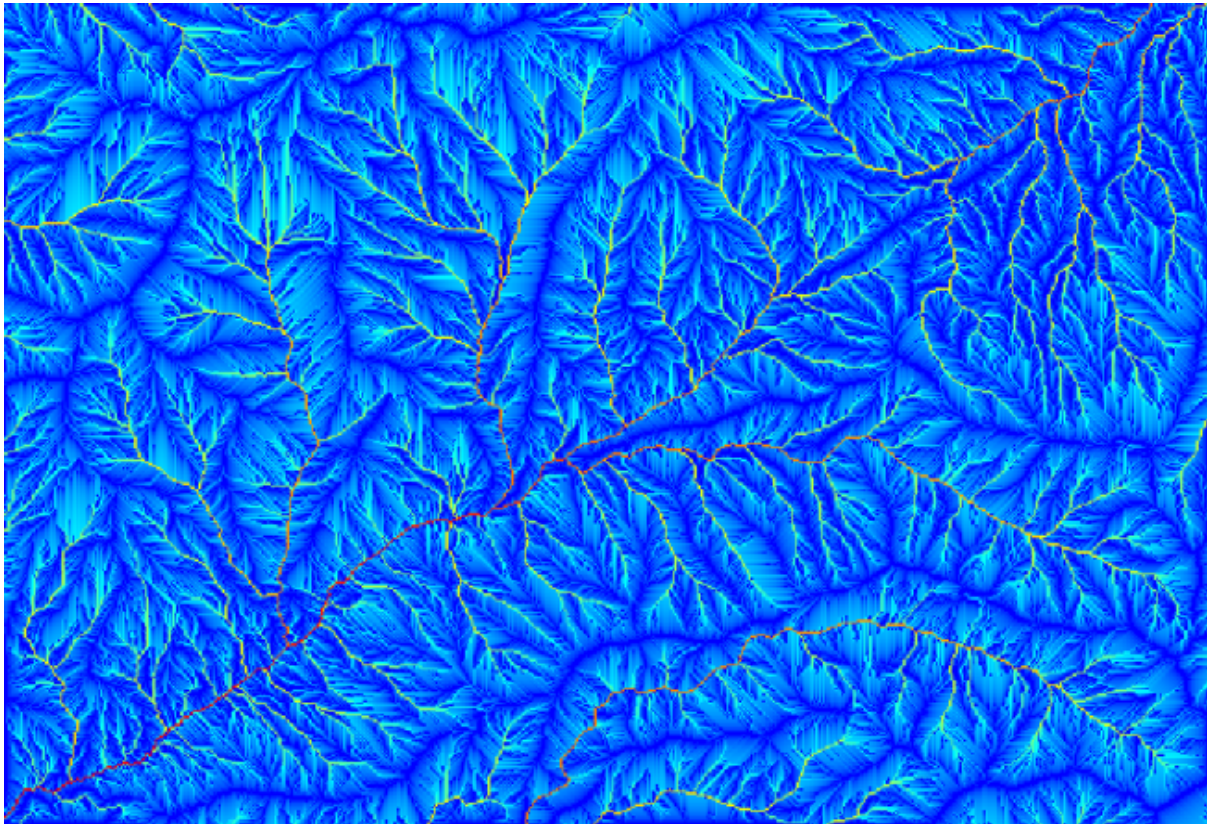








Per sapere perché, puoi dare un'occhiata all'istogramma e vedrai che i valori non sono distribuiti uniformemente (ci sono poche celle con valore molto alto, quelle corrispondenti alla rete dei canali). Calcolando il logaritmo del valore del bacino di utenza si ottiene un layer che trasmette molte più informazioni (puoi farlo utilizzando il calcolatore raster).



Il bacino di utenza (anche noto come accumulazione di flusso), può essere utilizzato per impostare una soglia per l'inizializzazione dei canali. Ciò si può fare utilizzando l'algoritmo *Rete di canali*. Qui le istruzioni per la configurazione (si noti che *Soglia di inizializzazione Maggiore di 10.000.000*).

Utilizzare il layer di bacino di utenza originale, non quello logaritmico. Quest'ultimo serve solo per la visualizzazione.

Se si aumenta il valore della *Soglia di inizializzazione*, si ha una rete di canali più sparsa. Se si diminuisce, si ha una rete più densa. Con il valore proposto, questo è ciò che si ottiene.

L'immagine precedente mostra il layer vettoriale risultante ed il DEM, ma ci dovrebbe anche essere un layer raster con la stessa rete di canali. Il raster layer sarà effettivamente quello che verrà utilizzato.

Useremo ora l'algoritmo *Bacini spartiacque* per delineare i sottobacini corrispondenti alla rete di canali, utilizzando come punti di sbocco tutte le giunzioni. Ecco come impostare i parametri.

E questo è il risultato.

Questo è il risultato raster. Si può vettorizzare utilizzando l'algoritmo *Vectorising grid classes*.

Si calcolino adesso le statistiche dei valori di elevazione in uno dei sottobacini. L'idea è quella di avere un layer che rappresenti l'elevazione nei sottobacini e quindi passarlo al modulo che calcola tali statistiche.

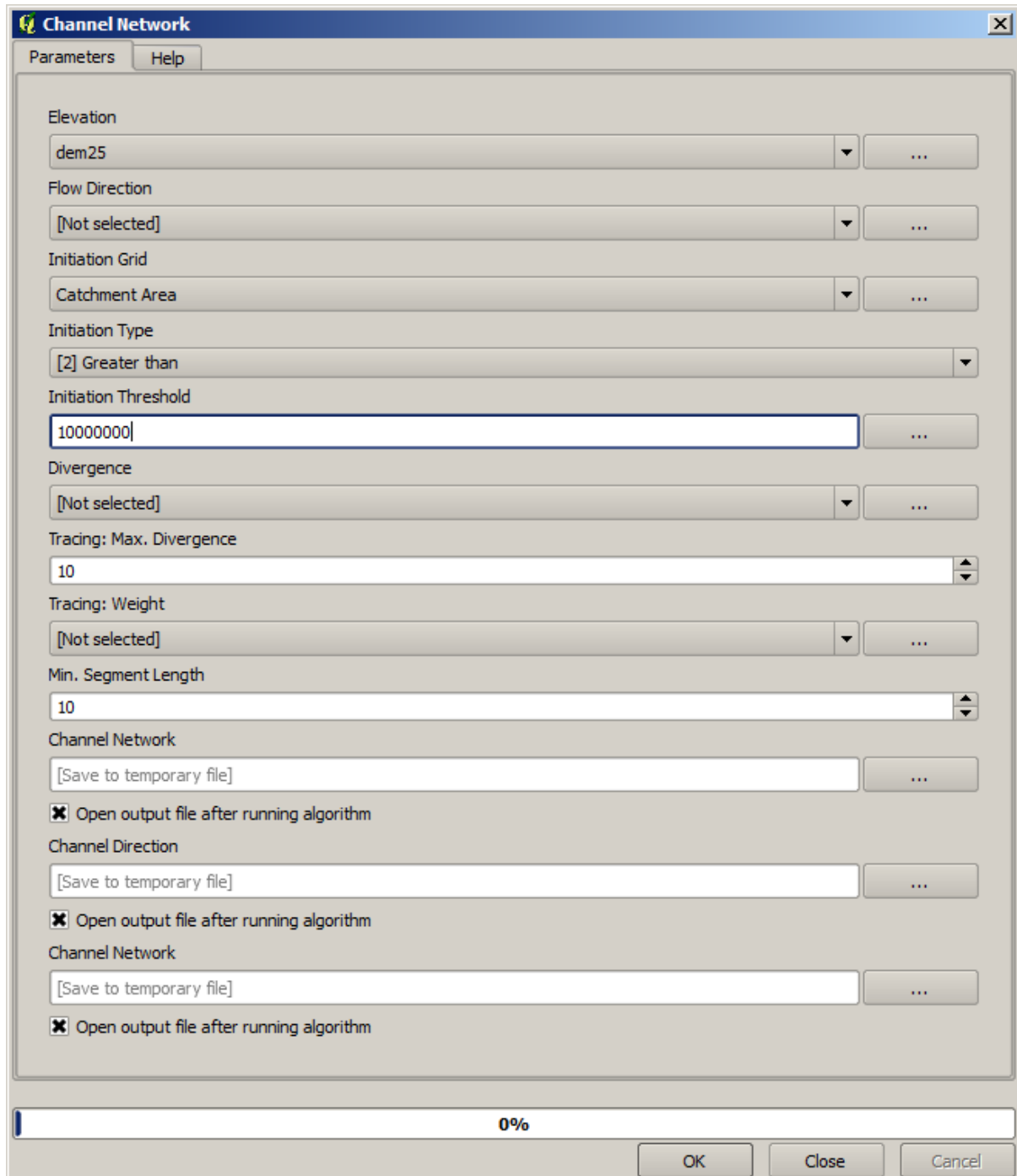
Primo, ritagliamo il DEM originale con il poligono che rappresenta il sottobacino. Useremo l'algoritmo *Clip raster with polygon*. Se selezioniamo il poligono di un singolo sottobacino e quindi usiamo l'algoritmo per ritagliare, possiamo ritagliare il DEM sull'area coperta da quel poligono, dato che l'algoritmo comprende la selezione.

Selezionare un poligono,

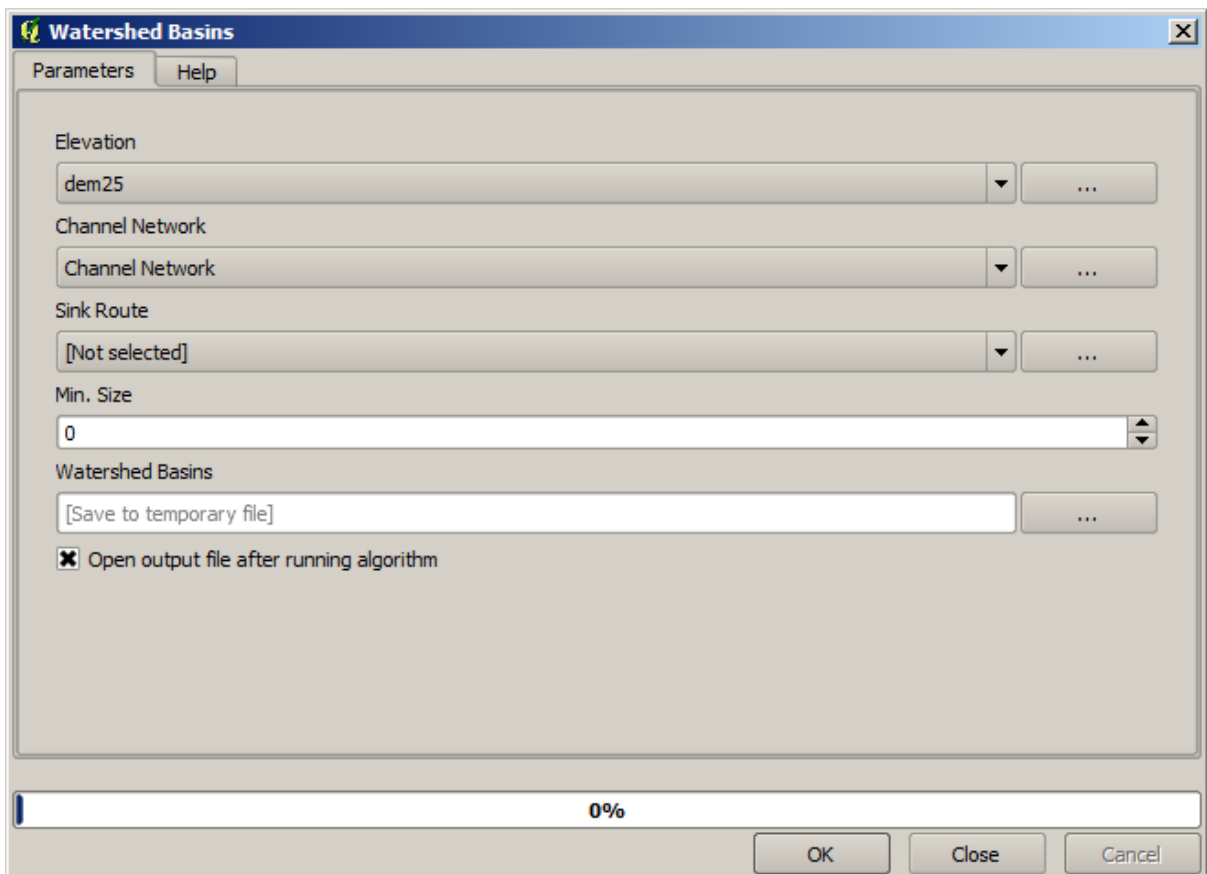
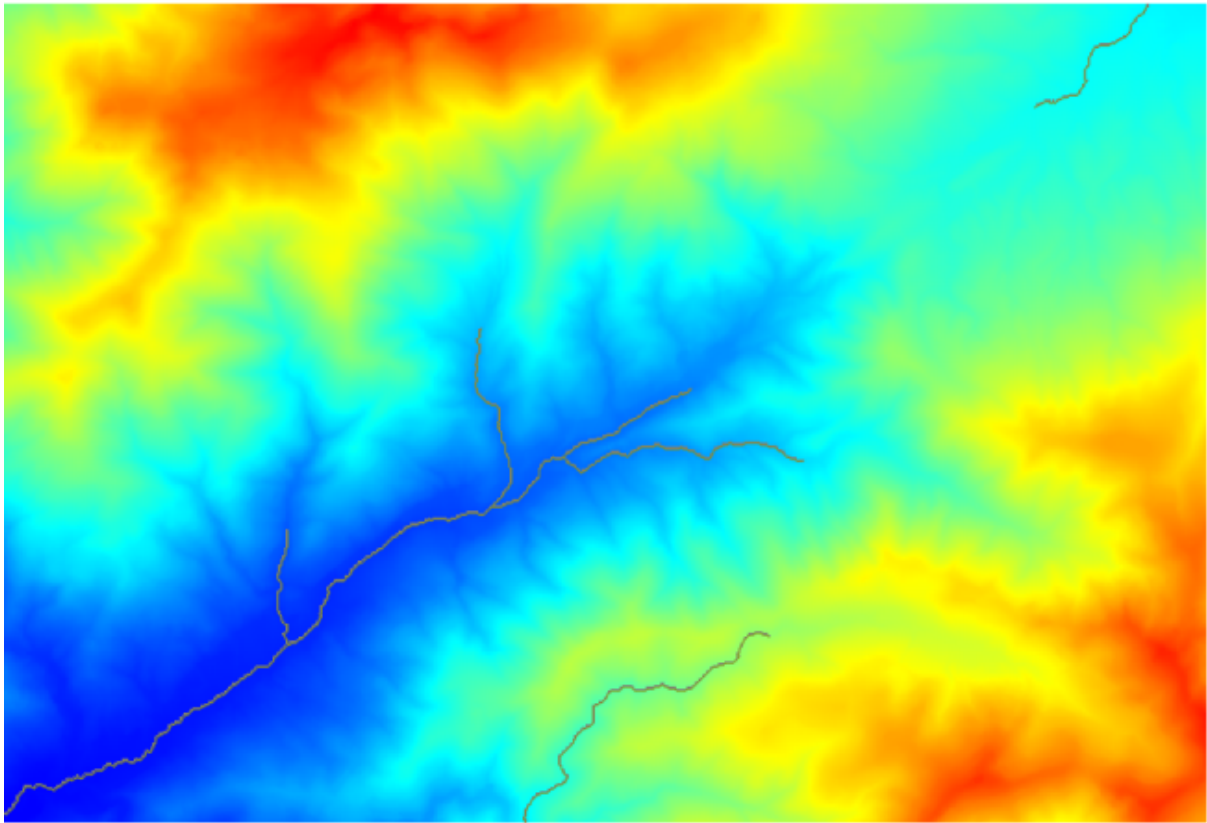
ed invocare l'algoritmo con i seguenti parametri:

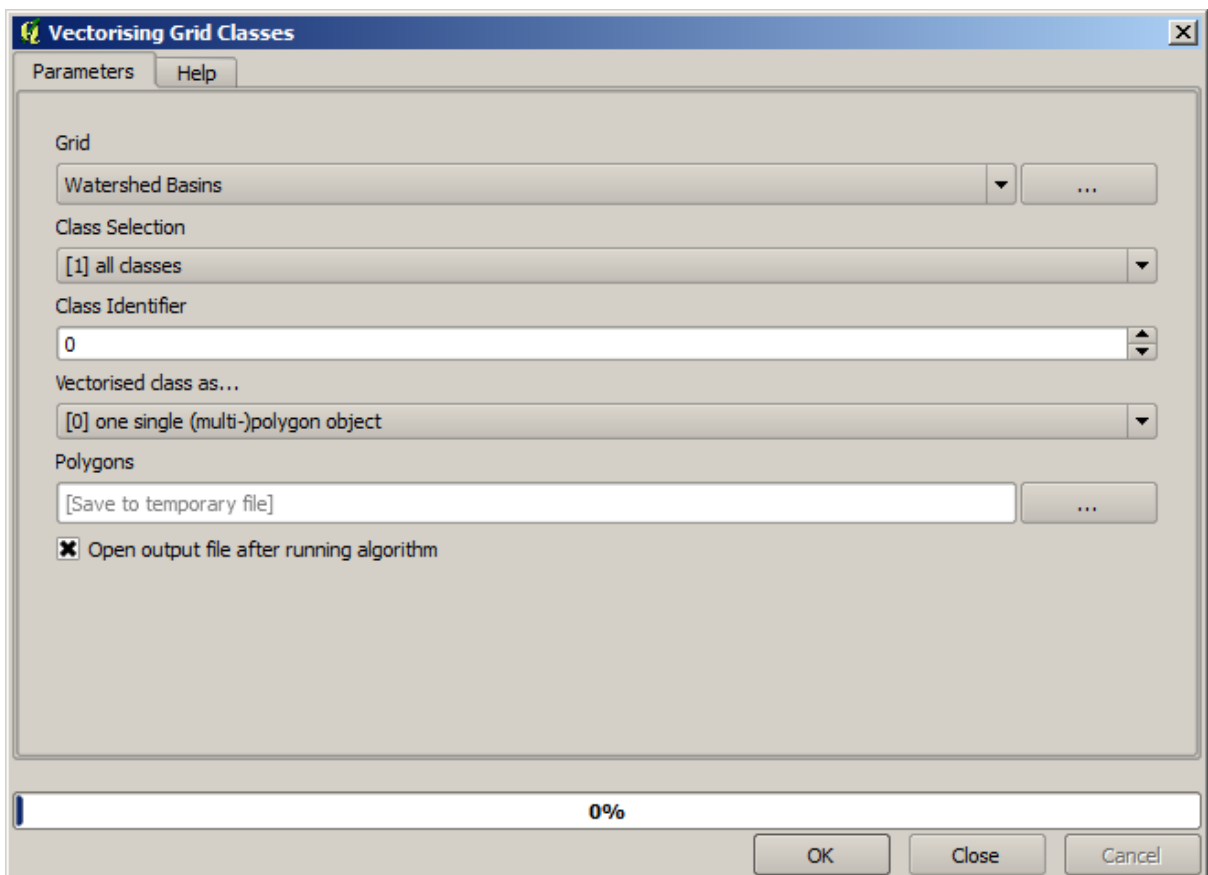
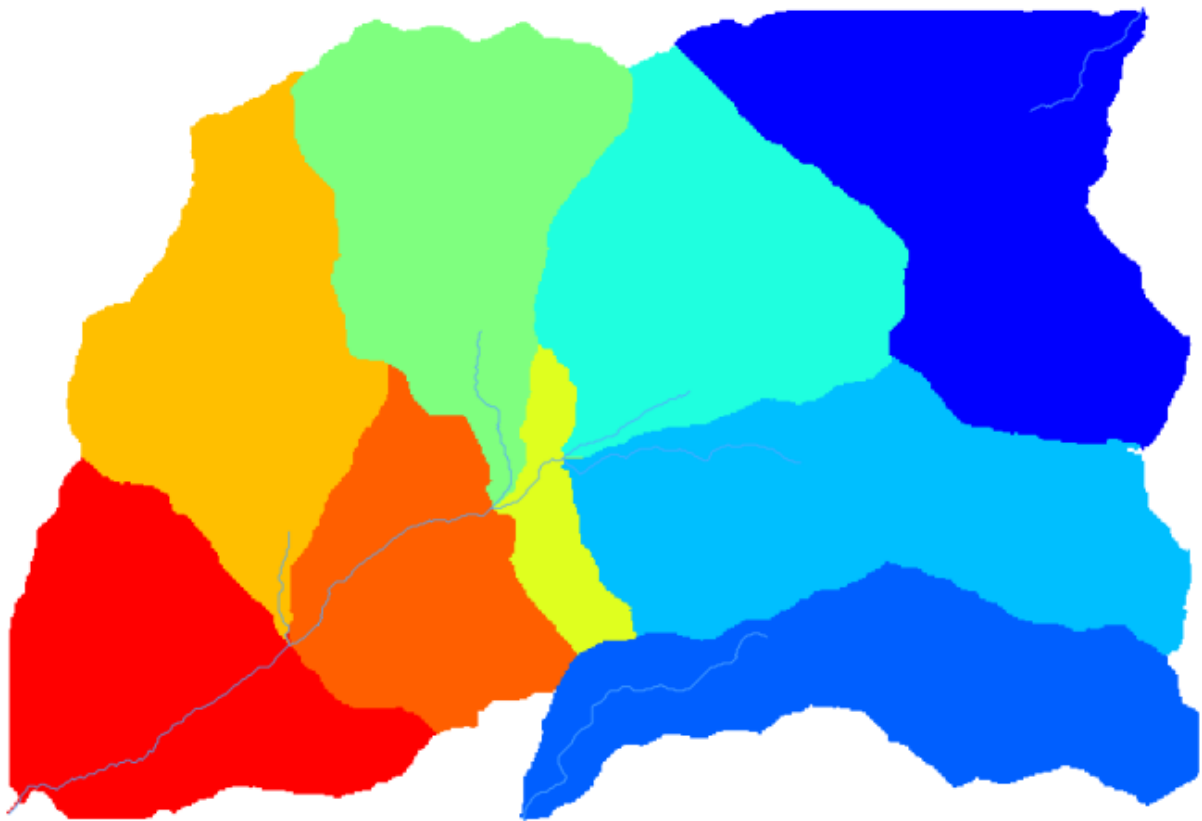
L'elemento selezionato nel campo di input è, ovviamente, il DEM che si vuole ritagliare.

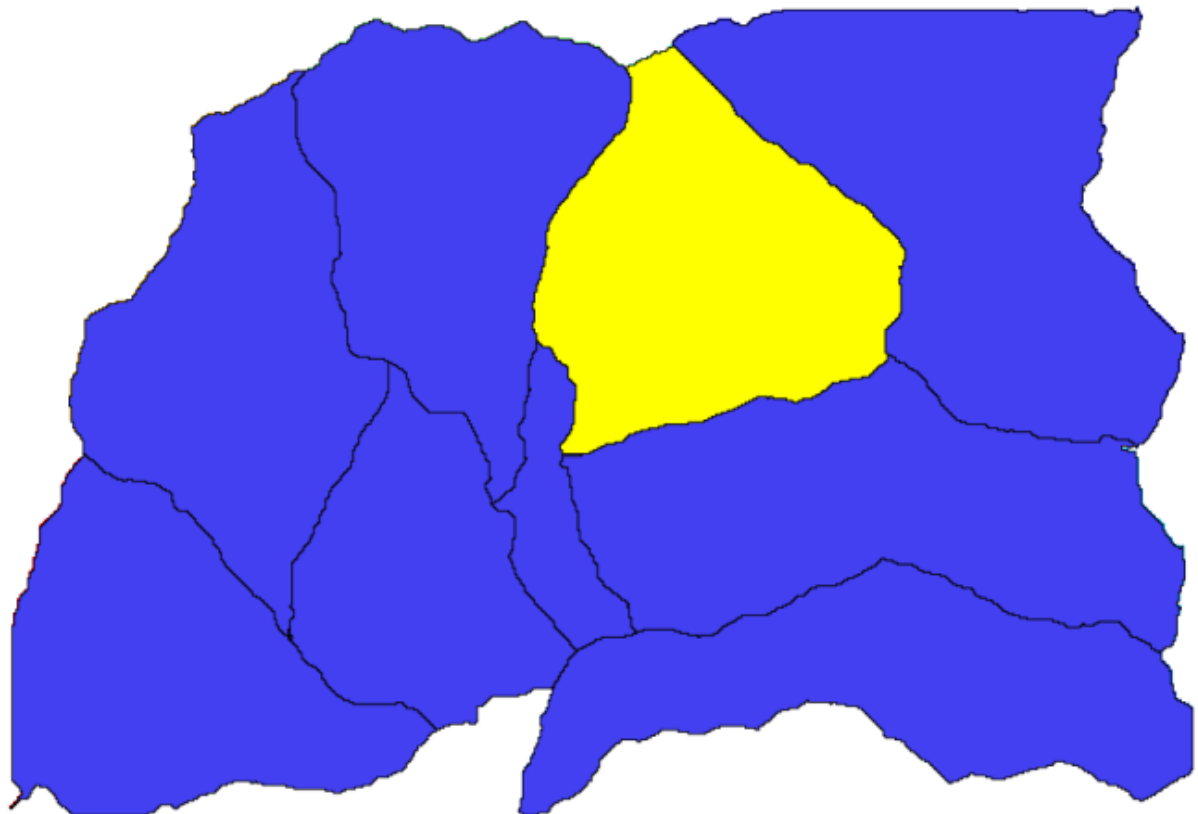
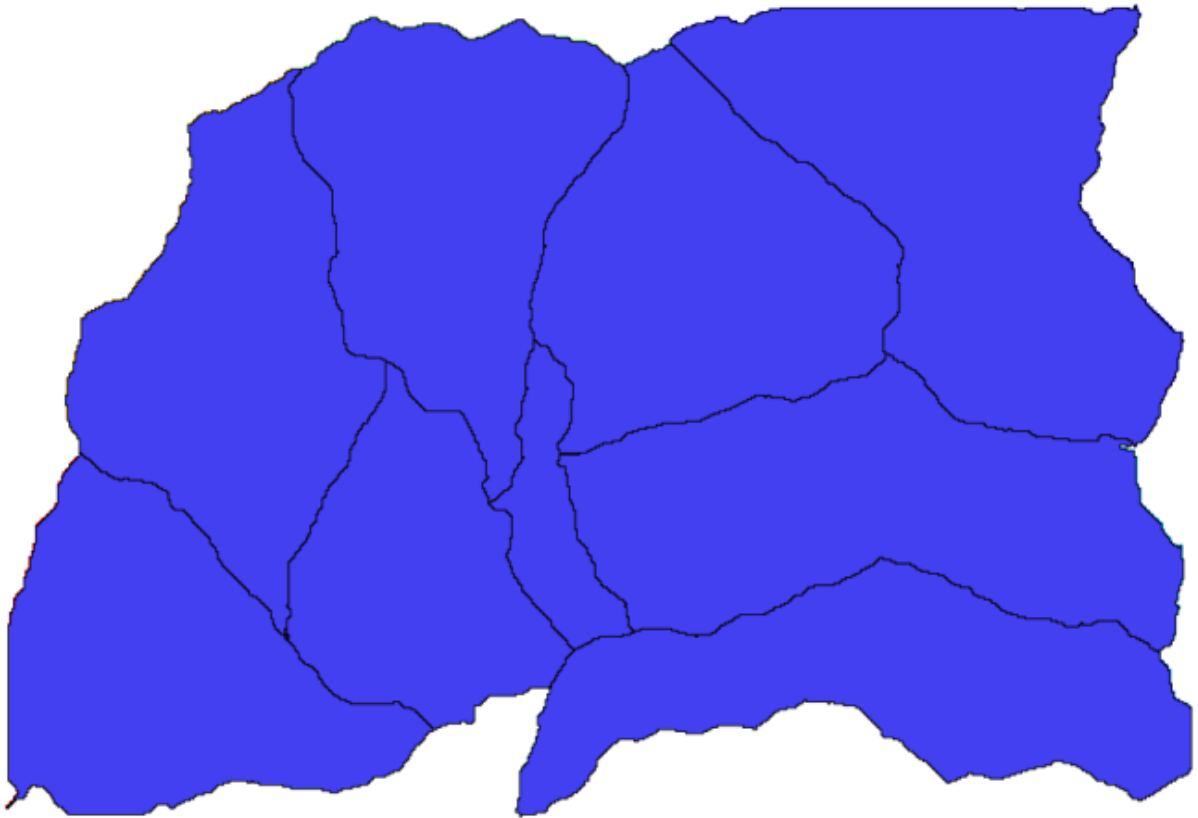
Si otterrà qualcosa del genere.

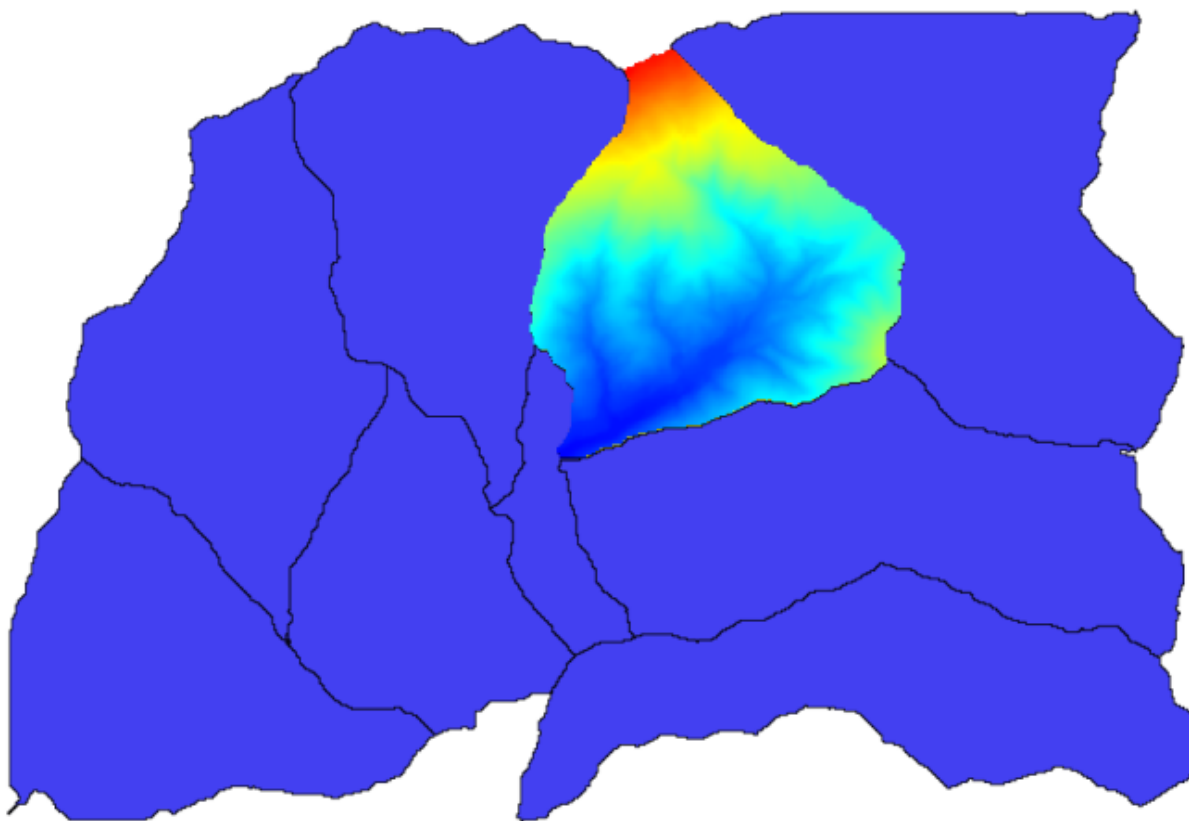
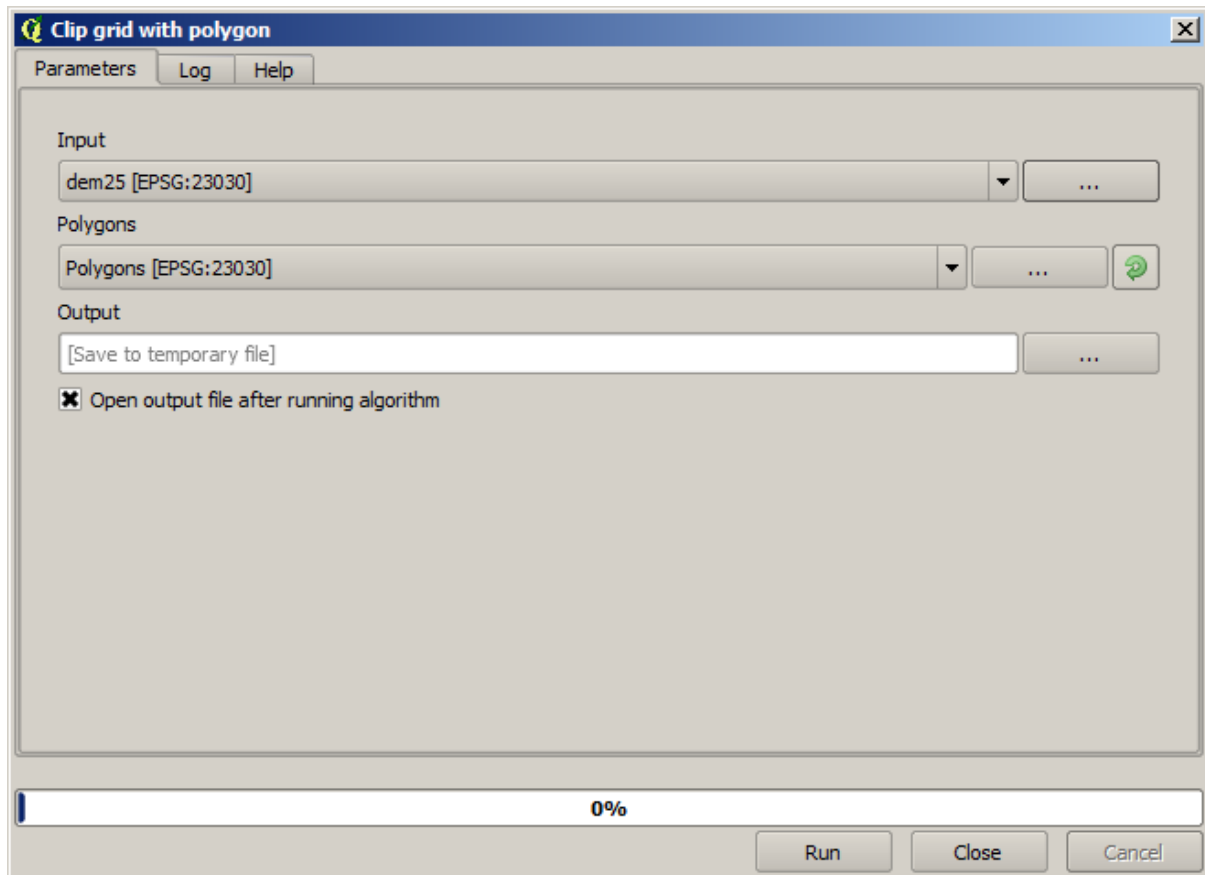




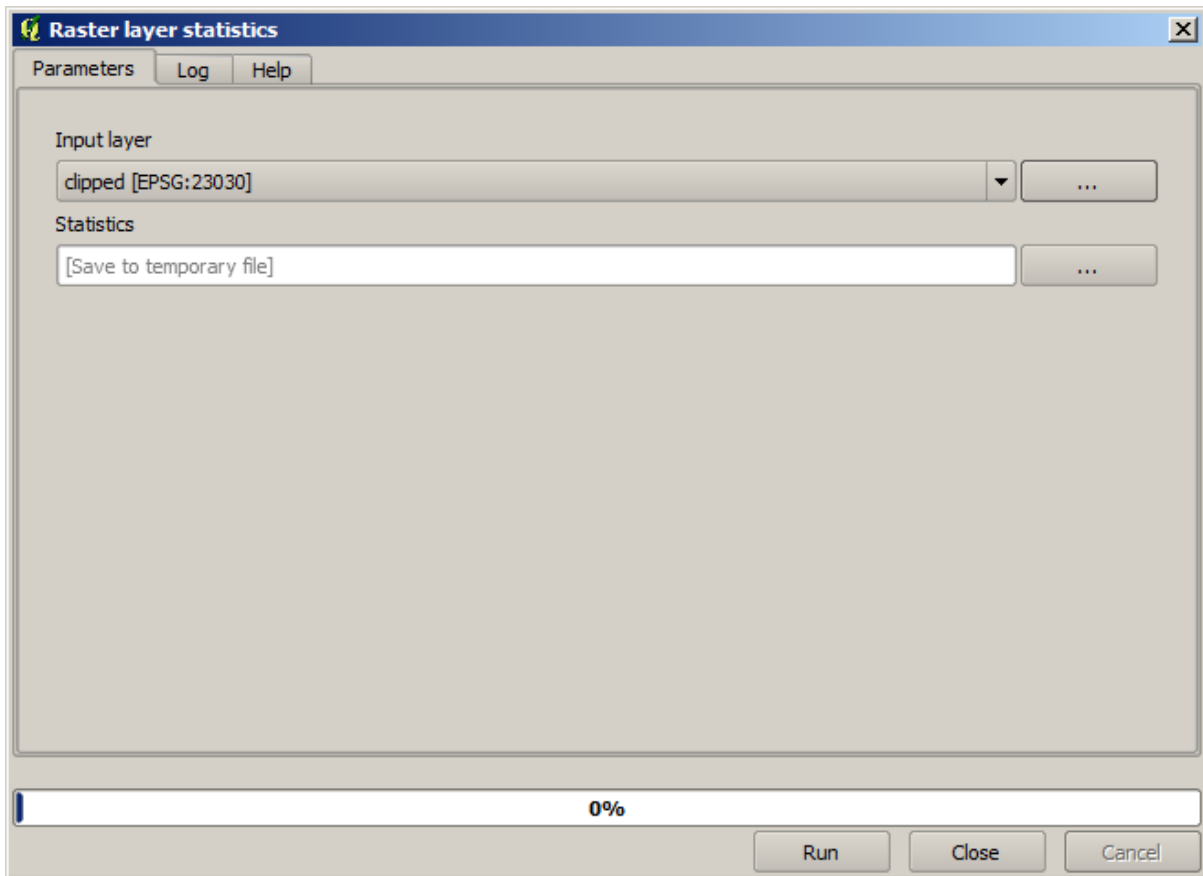








Il layer é pronto per essere utilizzato nell'algoritmo *Raster layer statistics*.



Di seguito le statistiche risultanti.

Utilizzeremo sia la procedura per il calcolo del bacino che il calcolo delle statistiche in altre lezioni, per trovare altri elementi che ci possano aiutare ad automatizzarli e lavorare in modo piú efficiente.

## 17.17 Starting with the graphical modeler

**Nota:** In this lesson we will use the graphical modeler, a powerful component that we can use to define a workflow and run a chain of algorithms.

A normal session with the processing tools includes more than running a single algorithm. Usually several of them are run to obtain a result, and the outputs of some of those algorithms are used as input for some of the other ones.

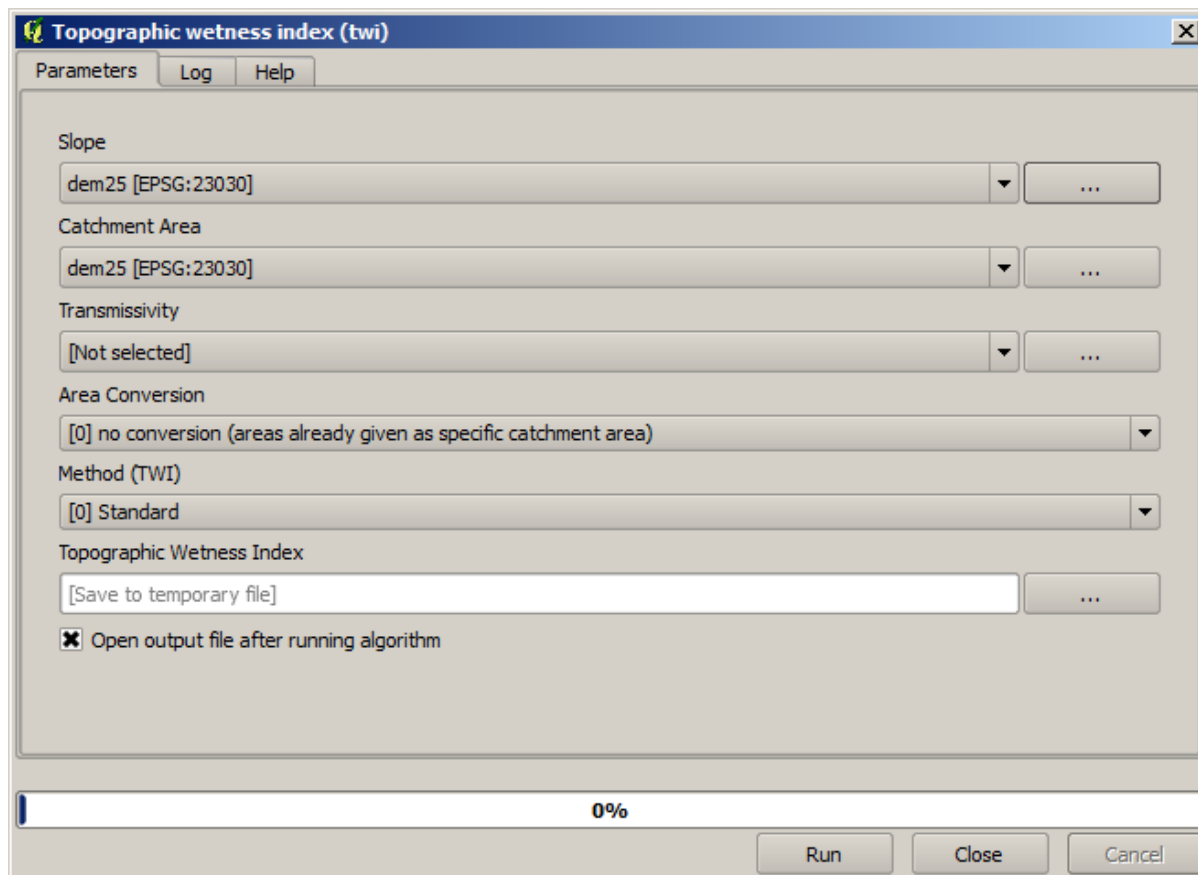
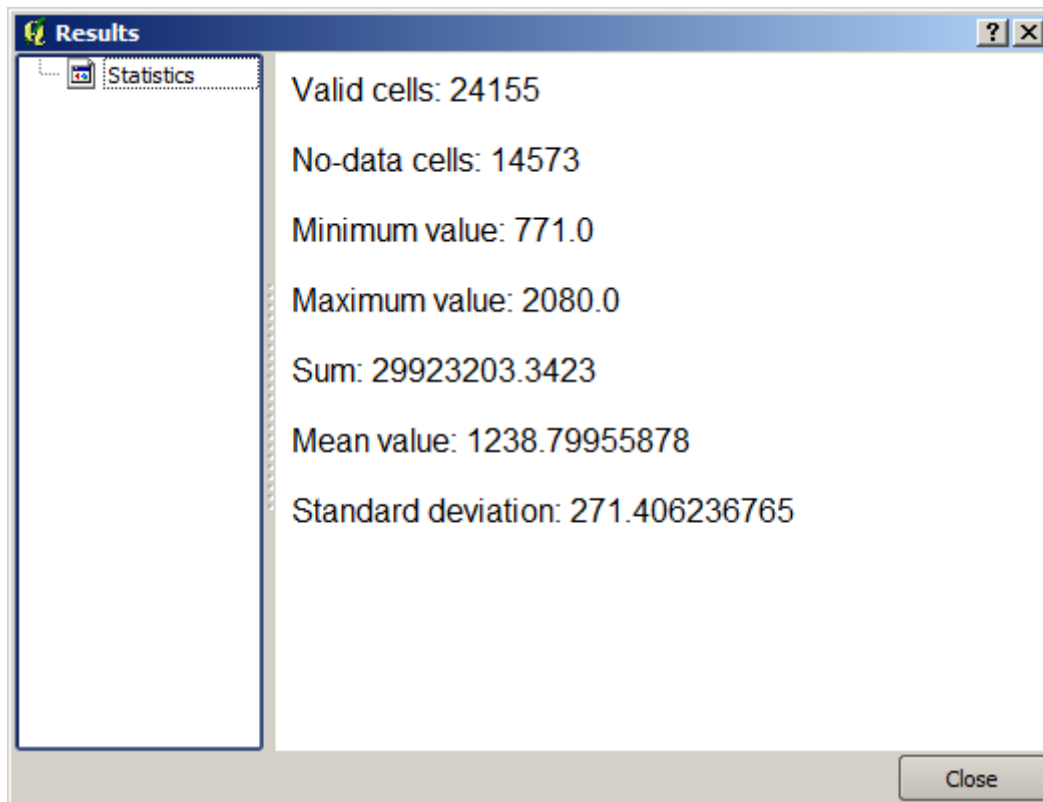
Using the graphical modeler, that workflow can be put into a model, which will run all the necessary algorithms in a single run, thus simplifying the whole process and automating it.

To start this lesson, we are going to calculate a parameter named Topographic Wetness Index. The algorithm that computes it is called *Topographic wetness index (twi)*

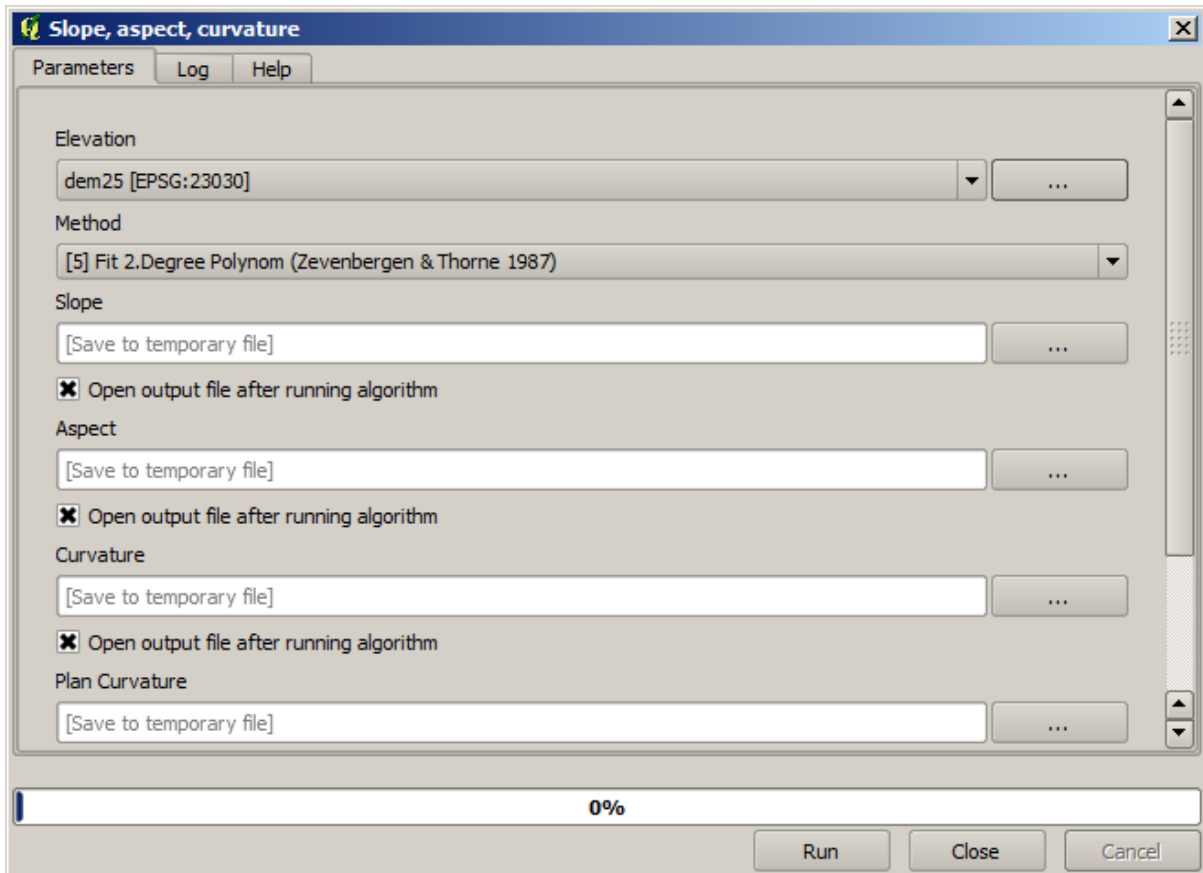
As you can see, there are two mandatory inputs: *Slope* and *Catchment area*. There is also an optional input, but we will not be using it, so we can ignore it.

The data for this lesson contains just a DEM, so we do not have any of the required inputs. However, we know how to calculate both of them from that DEM, since we have already seen the algorithms to compute slope and catchment area. So we can first compute those layers and then use them for the TWI algorithm.

Here are the parameter dialogs that you should use to calculate the 2 intermediate layers.



**Nota:** Slope must be calculated in radians, not in degrees.



And this is how you have to set the parameters dialog of the TWI algorithm.

This is the result that you will obtain (the default singleband pseudocolor inverted palette has been used for rendering). You can use the `twi.qml` style provided.

What we will try to do now is to create an algorithm that calculates the TWI from a DEM in just one single step. That will save us work in case we later have to compute a TWI layer from another DEM, since we will need just one single step to do it instead of the 3 ones above. All the processes that we need are found in the toolbox, so what we have to do is to define the workflow to wrap them. This is where the graphical modeler comes in.

Open the modeler by selecting its menu entry in the processing menu.

Two things are needed to create a model: setting the inputs that it will need, and defining the algorithm that it contains. Both of them are done by adding elements from the two tabs in the left-hand side of the modeler window: *Inputs* and *Algorithms*

Let's start with the inputs. In this case we do not have much to add. We just need a raster layer with the DEM, and that will be our only input data.

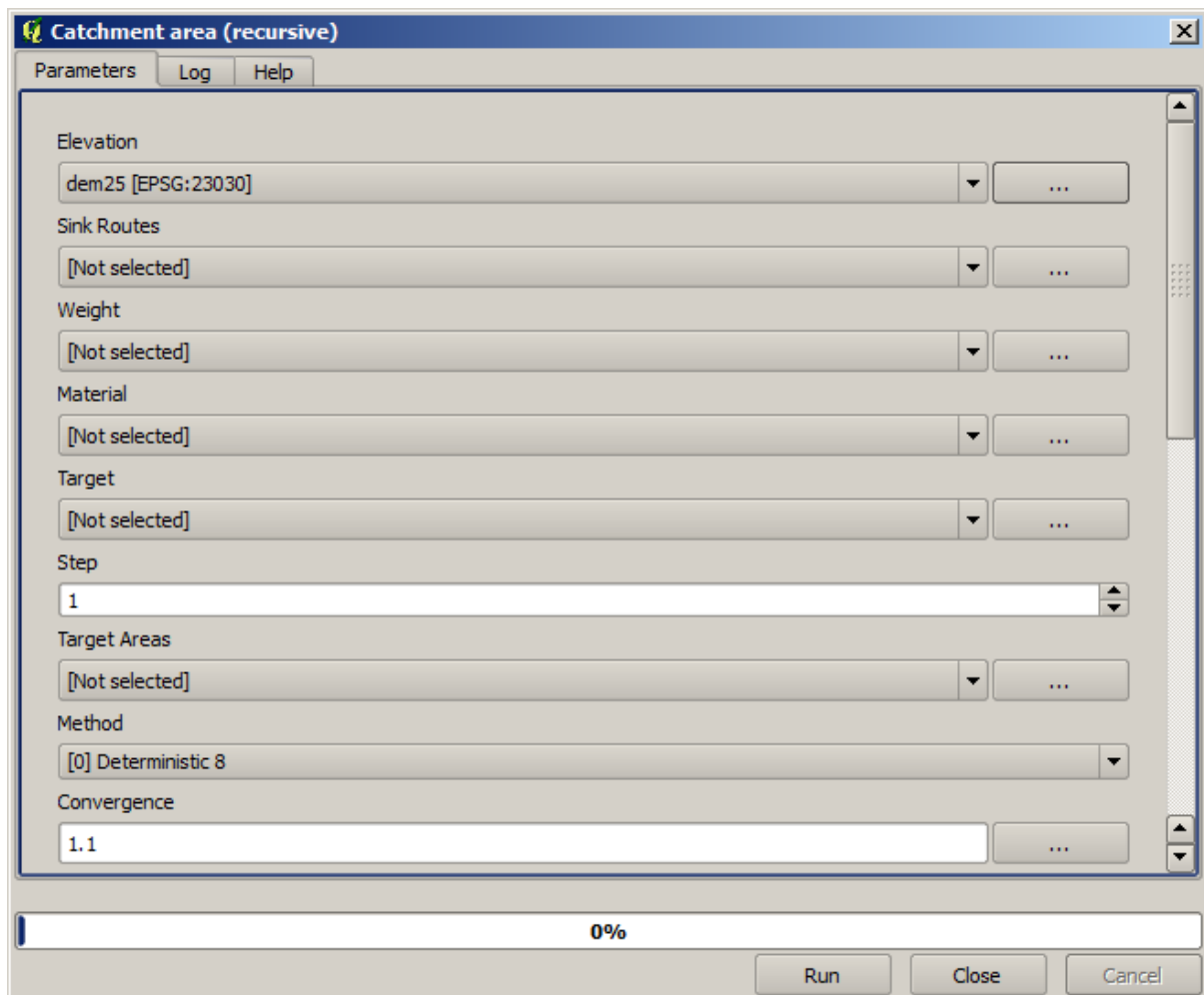
Double click on the *Raster layer* input and you will see the following dialog.

Here we will have to define the input we want. Since we expect this raster layer to be a DEM, we will call it *DEM*. That's the name that the user of the model will see when running it. Since we need that layer to work, we will define it as a mandatory layer.

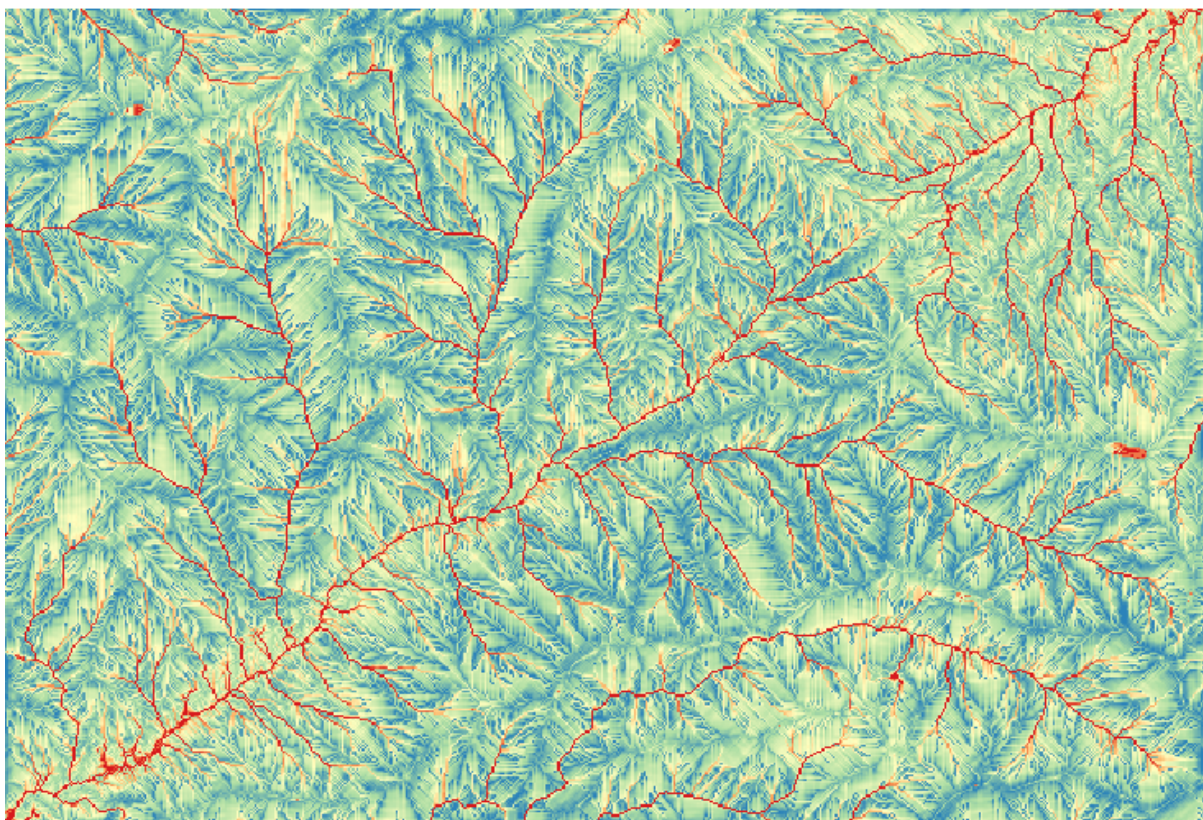
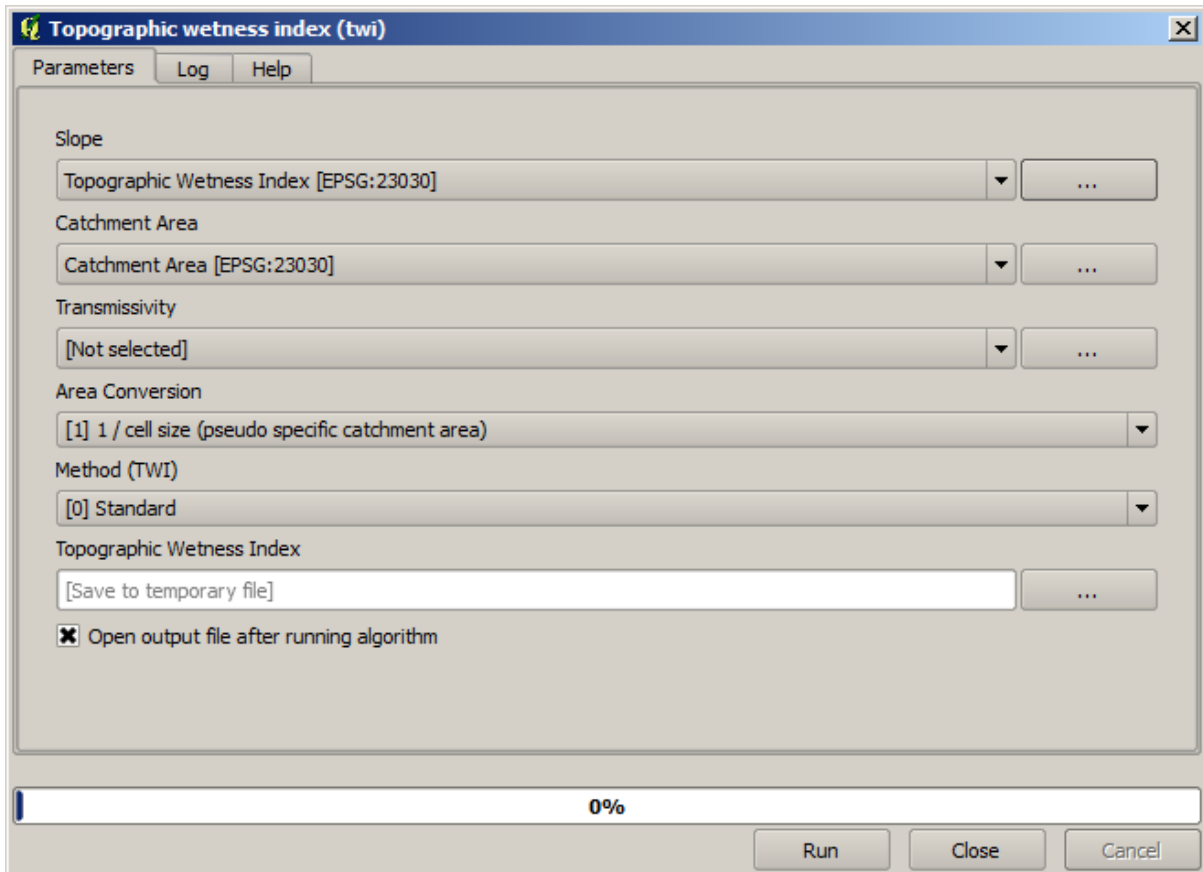
Here is how the dialog should be configured.

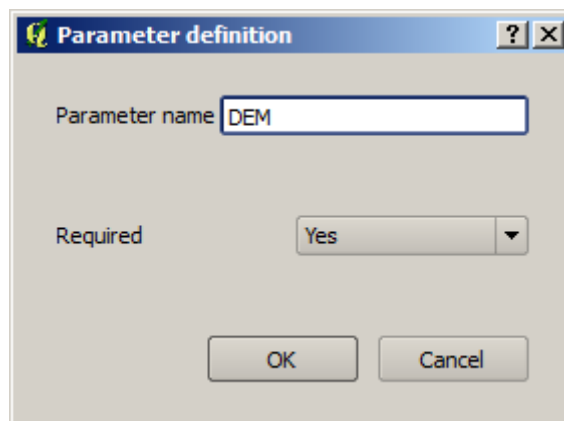
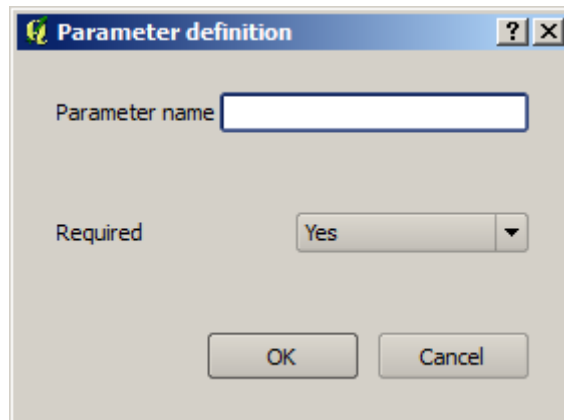
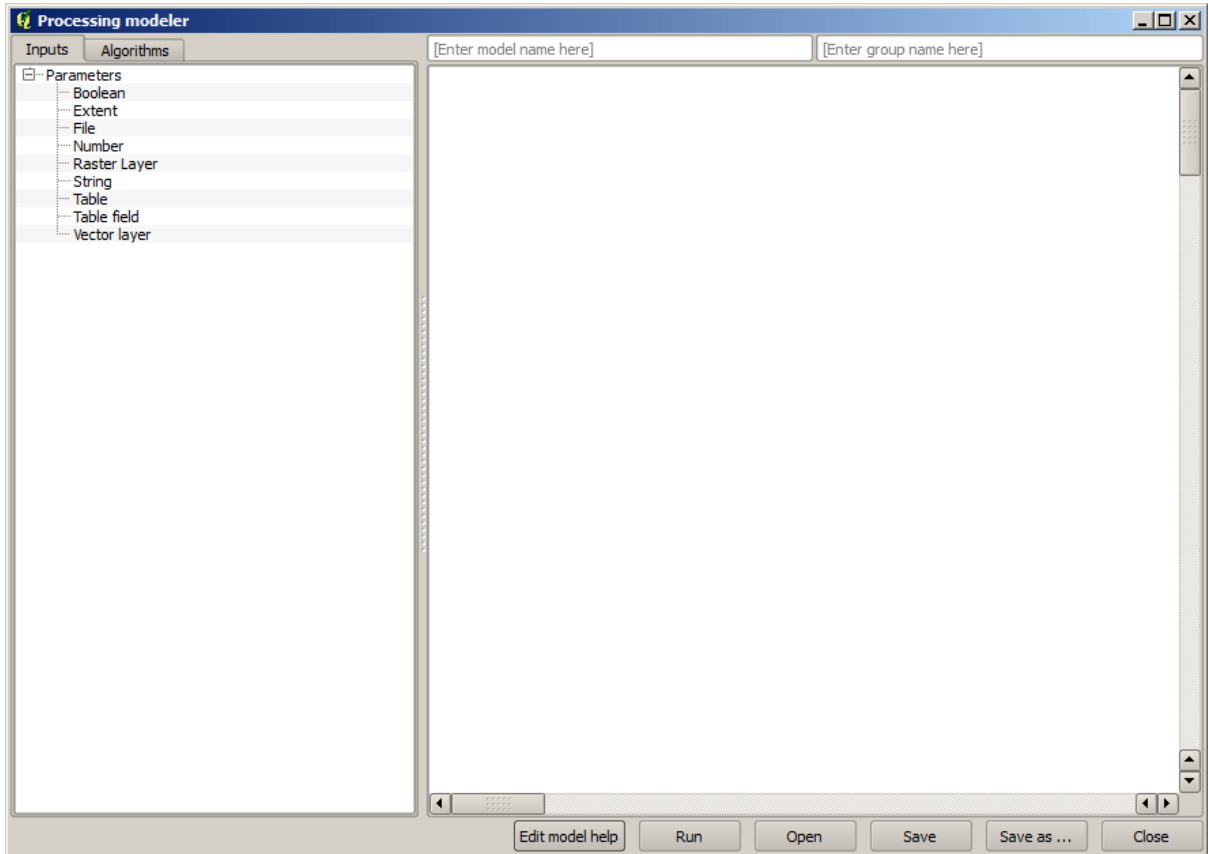
Click on *OK* and the input will appear in the modeler canvas.

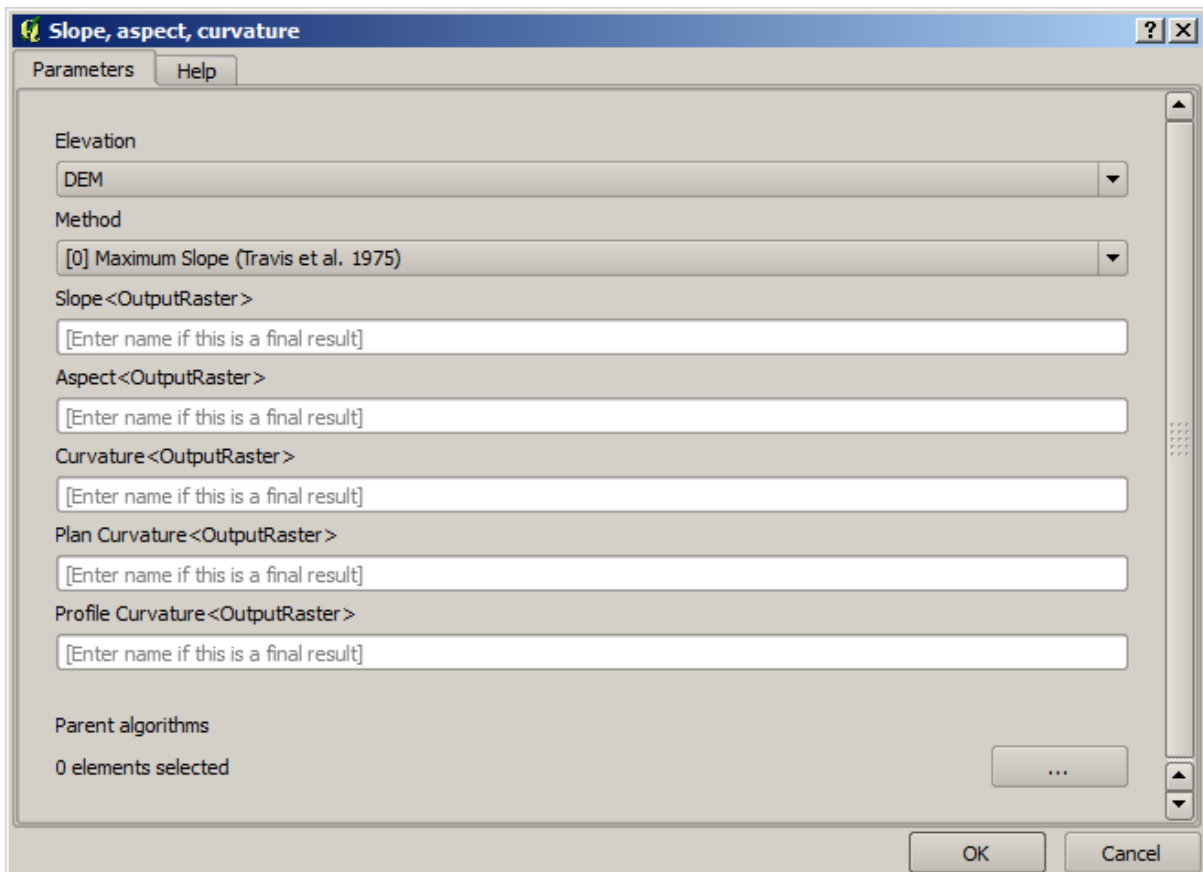
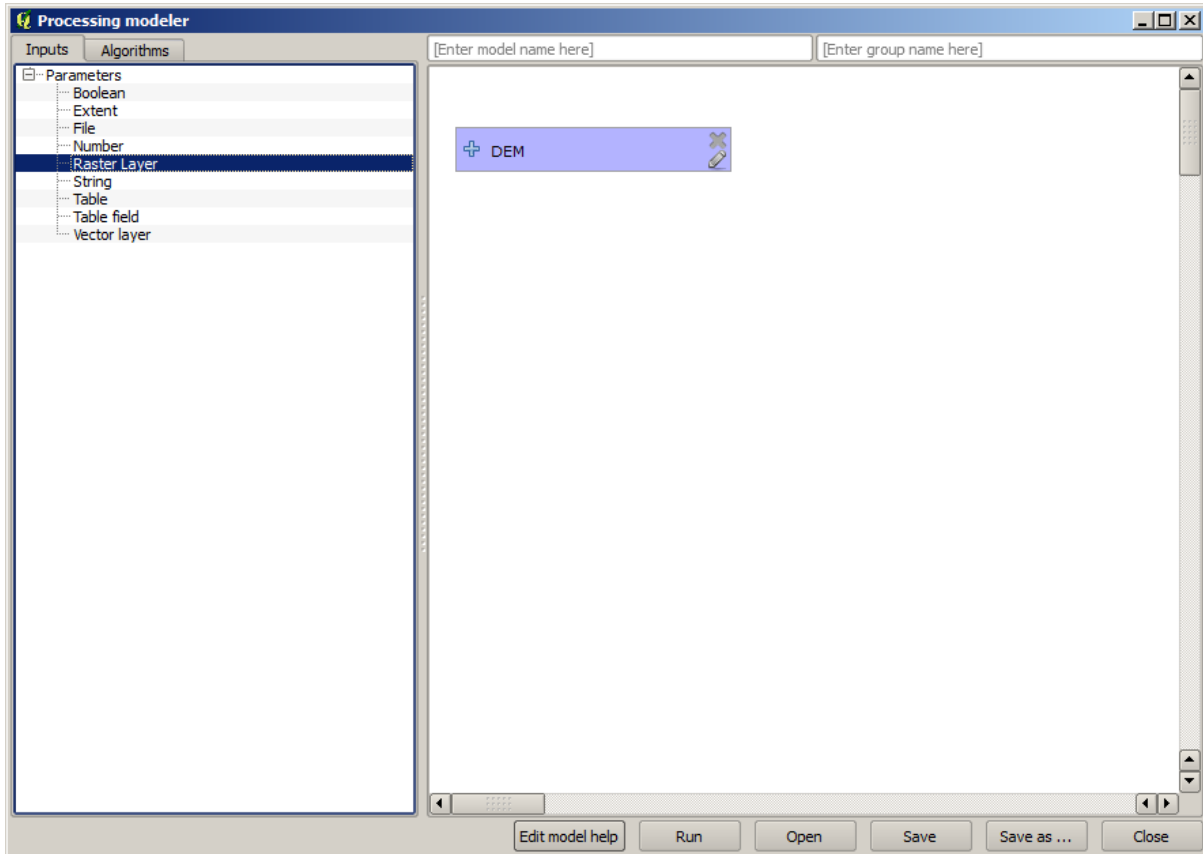
Now let's move to the *Algorithms* tab. The first algorithm we have to run is the *Slope, aspect, curvature* algorithm. Locate it in the algorithm list, double-click on it and you will see the dialog shown below.









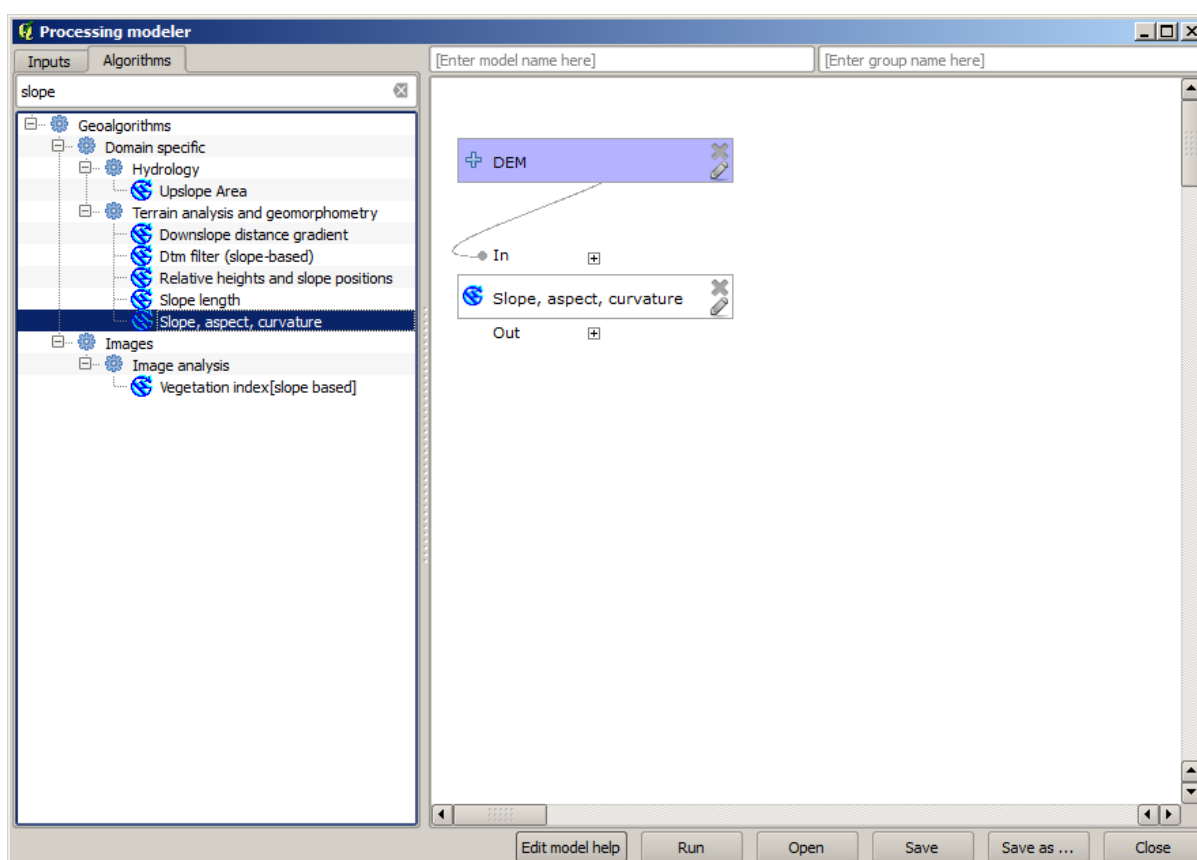


This dialog is very similar to the one that you can find when running the algorithm from the toolbox, but the element that you can use as parameter values are not taken from the current QGIS project, but from the model itself. That means that, in this case, we will not have all the raster layers of our project available for the *Elevation* field, but just the ones defined in our model. Since we have added just one single raster input named *DEM*, that will be the only raster layer that we will see in the list corresponding to the *Elevation* parameter.

Output generated by an algorithm are handled a bit differently when the algorithm is used as a part of a model. Instead of selecting the filepath where you want to save each output, you just have to specify if that output is an intermediate layer (and you do not want it to be preserved after the model has been executed), or it is a final one. In this case, all layers produced by this algorithm are intermediate. We will only use one of them (the slope layer), but we do not want to keep it, since we just need it to calculate the TWI layer, which is the final result that we want to obtain.

When layers are not a final result, you should just leave the corresponding field. Otherwise, you have to enter a name that will be used to identify the layer in the parameters dialog that will be shown when you run the model later.

There is not much to select in this first dialog, since we do not have but just one layer in our model (The DEM input that we created). Actually, the default configuration of the dialog is the correct one in this case, so you just have to press *OK*. This is what you will now have in the modeler canvas.



The second algorithm we have to add to our model is the catchment area algorithm. We will use the algorithm named *Catchment area (Paralell)*. We will use the DEM layer again as input, and none of the outputs it produces are final, so here is how you have to fill the corresponding dialog.

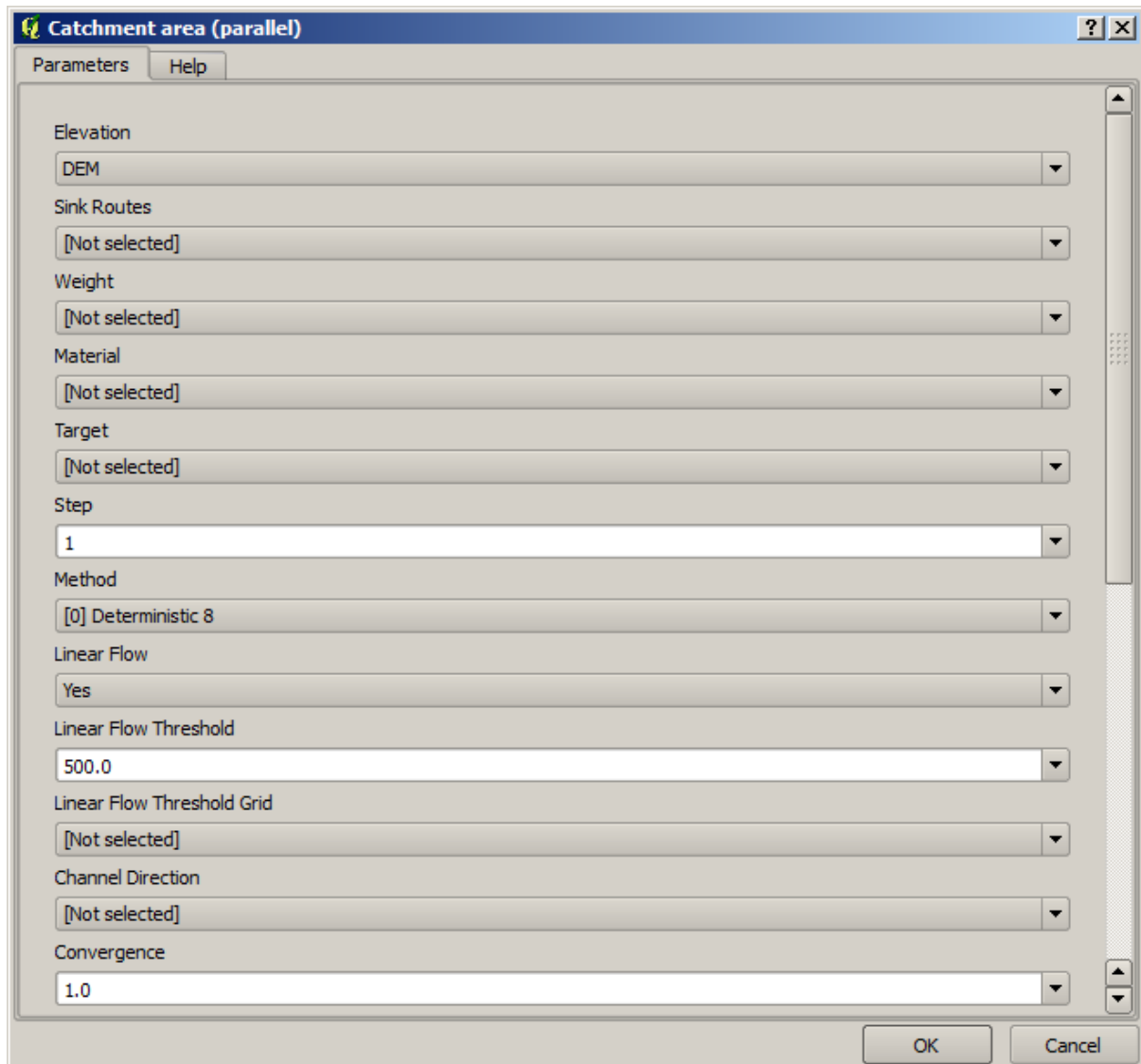
Now your model should look like this.

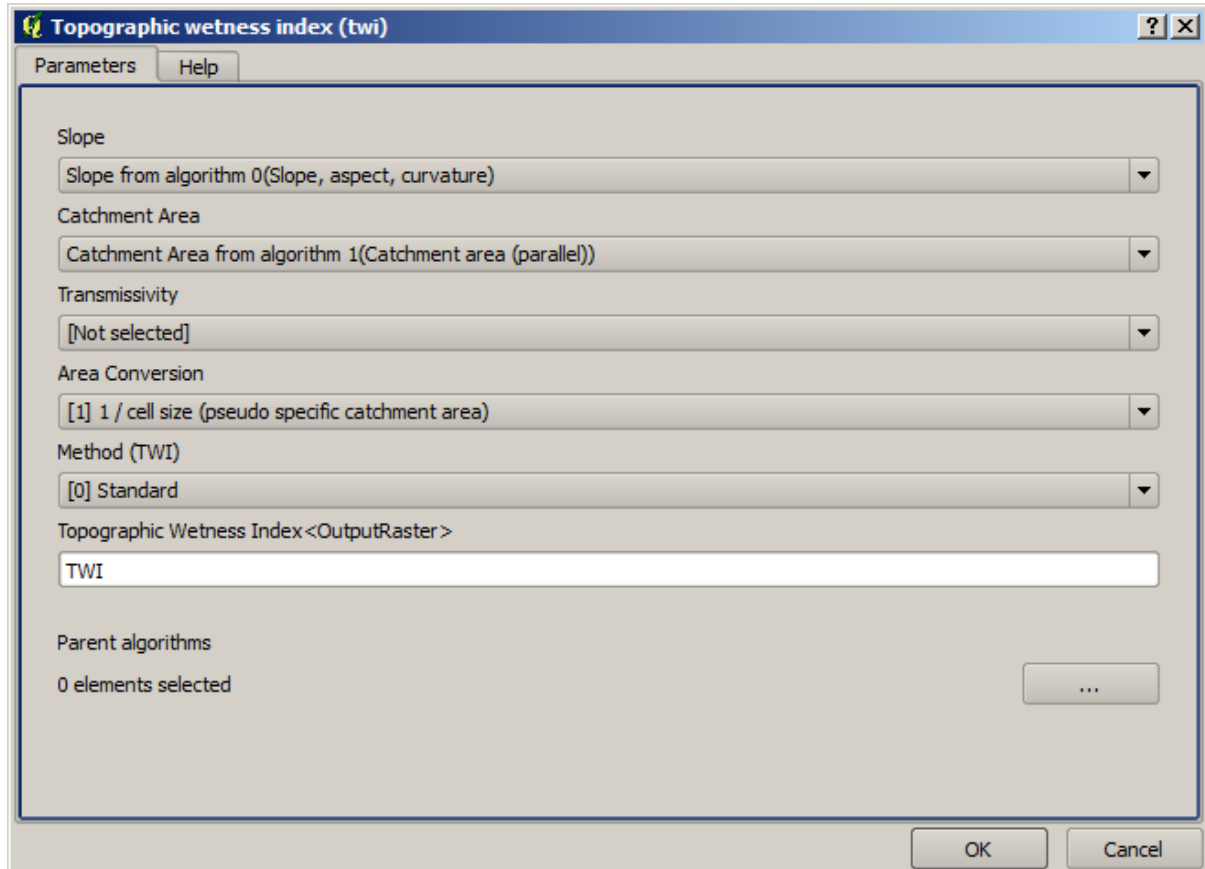
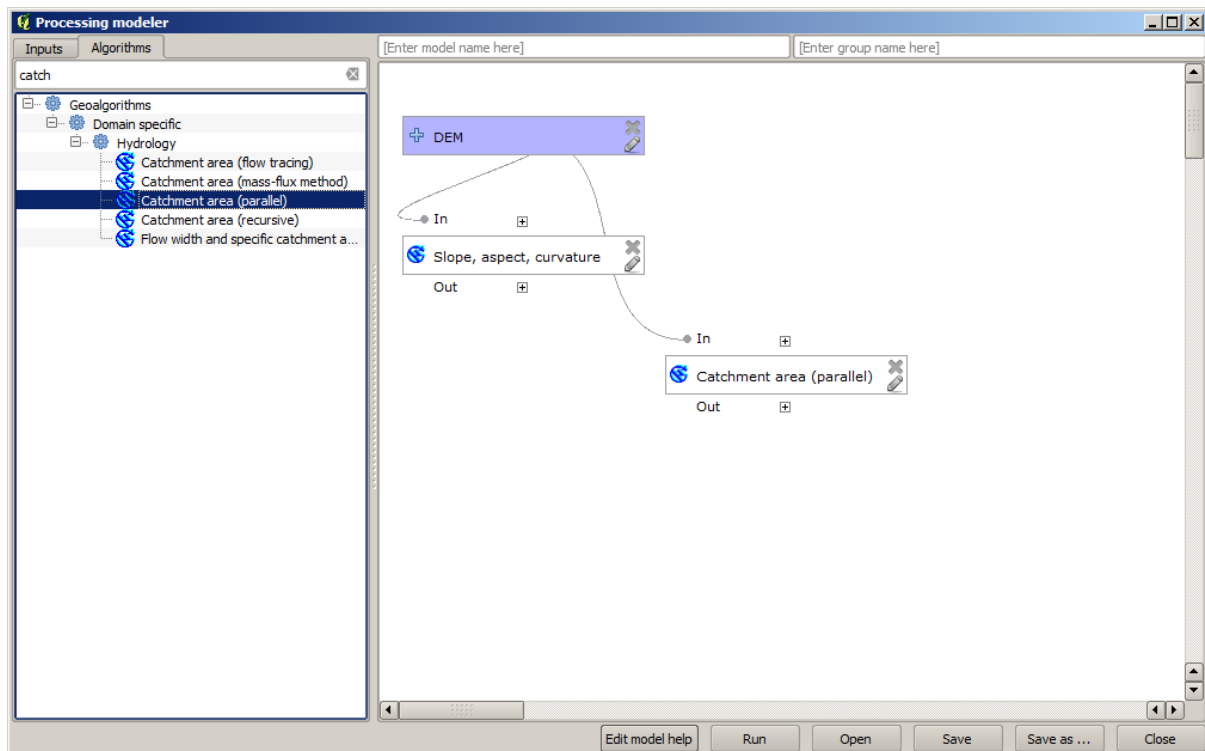
The last step is to add the *Topographic wetness index* algorithm, with the following configuration.

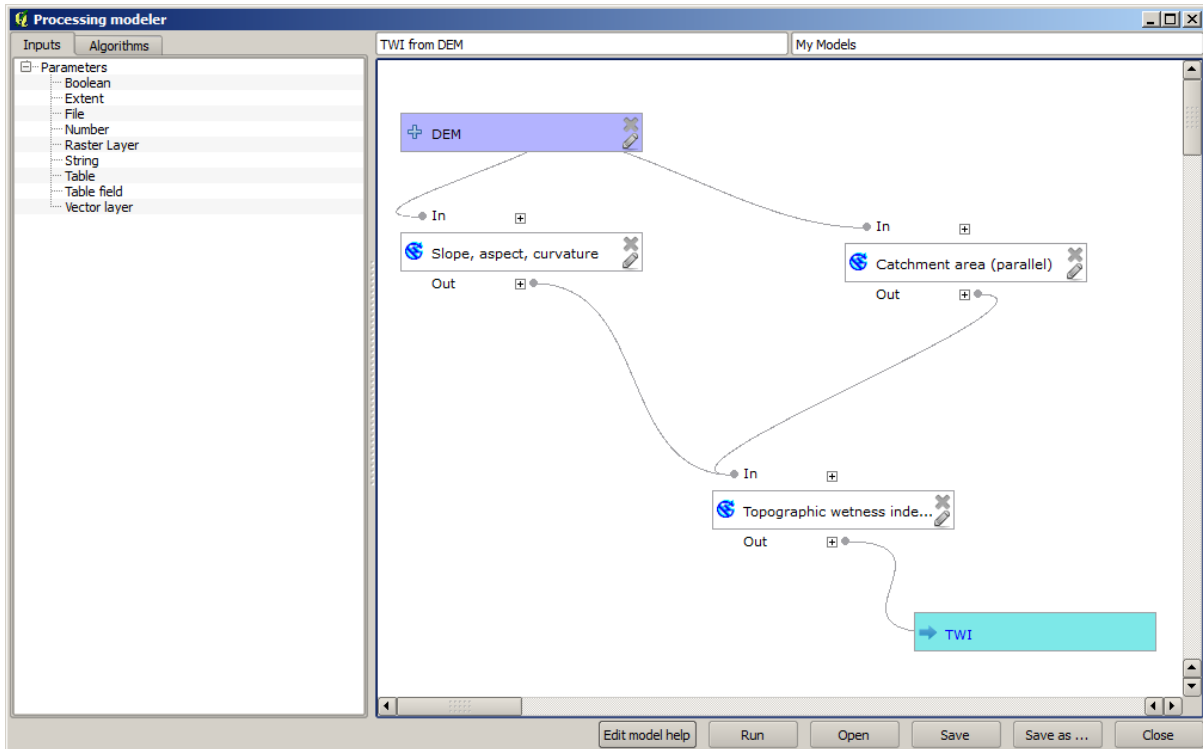
In this case, we will not be using the DEM as input, but instead, we will use the slope and catchment area layers that are calculated by the algorithms that we previously added. As you add new algorithms, the outputs they produce become available for other algorithms, and using them you link the algorithms, creating the workflow.

In this case, the output TWI layer is a final layer, so we have to indicate so. In the corresponding textbox, enter the name that you want to be shown for this output.

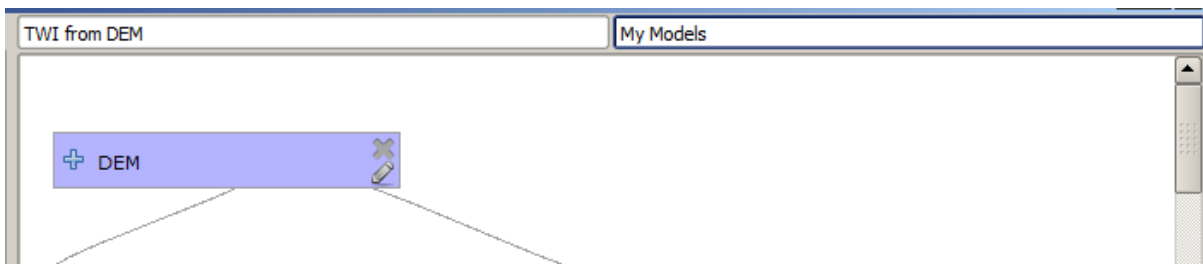
Now our model is finished and it should look like this.





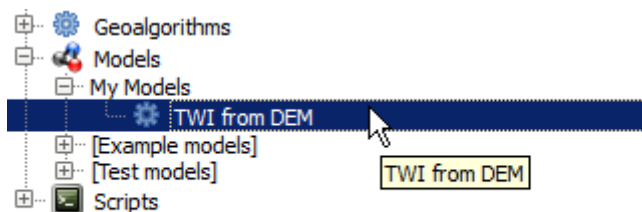


Enter a name and a group name in the upper part of the model window, and then save it clicking on the *Save* button.



You can save it anywhere you want and open it later, but if you save it in the models folder (which is the folder that you will see when the save file dialog appears), you model will also be available in the toolbox as well. So stay on that folder and save the model with the filename that you prefer.

Now close the modeler dialog and go to the toolbox. In the *Models* entry you will find you model.

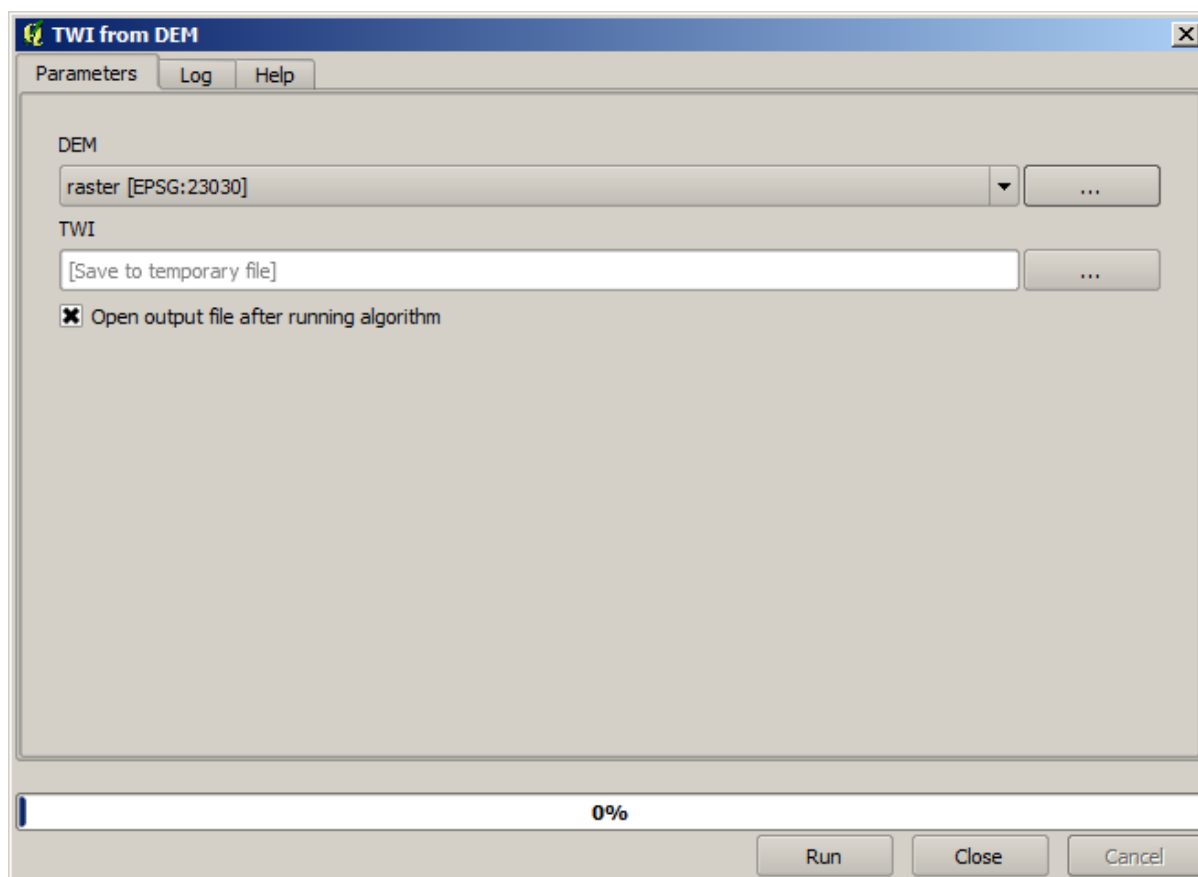


You can run it just like any normal algorithm, double-clicking on it.

As you can see, the parameters dialog, contain the input that you added to the model, along with the outputs that you set as final when adding the corresponding algorithms.

Run it using the DEM as input and you will get the TWI layer in just one single step.





## 17.18 More complex models

**Nota:** In this lesson we will work with a more complex model in the graphical modeler.

The first model that we created in the previous chapter was a very simple one, with just one input and 3 algorithms. More complex models can be created, with different types of inputs and containing more step. For this chapter we will work with a model that creates a vector layer with watersheds, based on a DEM and a threshold value. That will be very useful for calculating several vector layers corresponding to different thresholds, without having to repeat each single step each time.

This lesson does not contain instructions about how to create you model. You already know the necessary steps (we saw them in a previous lesson) and you have already seen the basic ideas about the modeler, so you should try it yourself. Spend a few minutes trying to create your model, and don't worry about making mistakes. Remember: first add the inputs and then add the algorithms that use them to create the workflow.

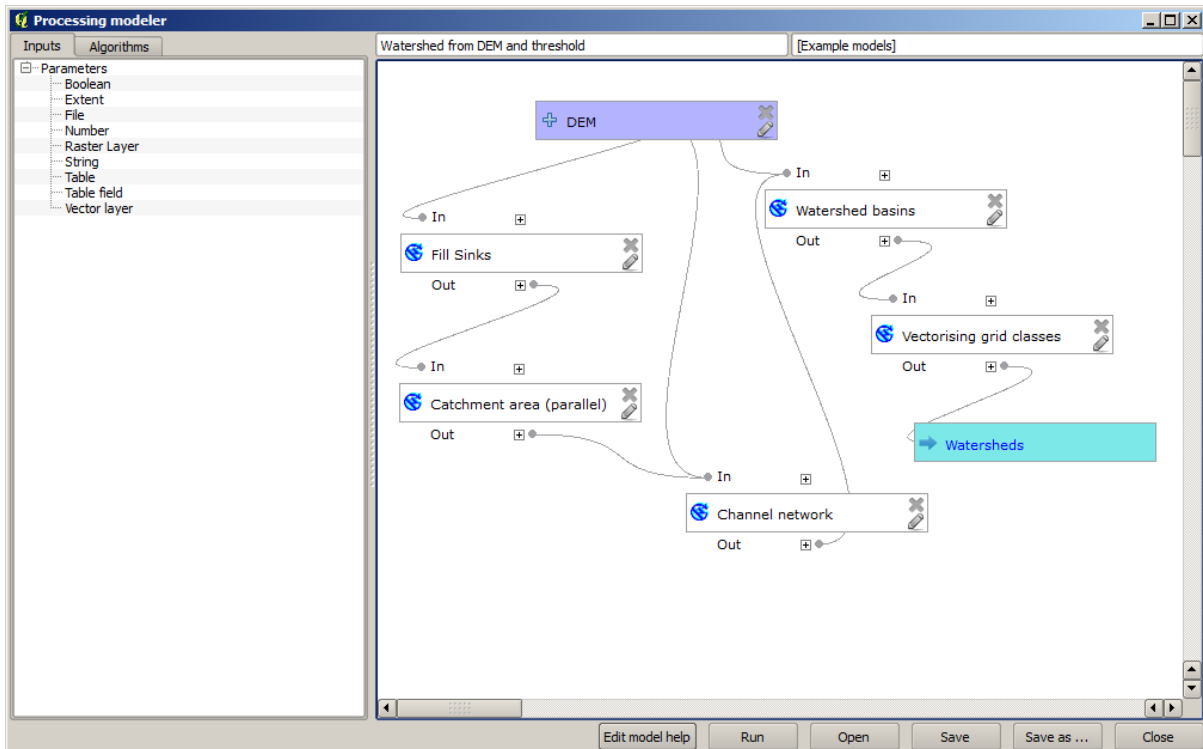
In case you could not create the full model yourself and you need some extra help, the data folder corresponding to this lesson contains an "almost" finished version of it. Open the modeler and then open the model file that you will find in the data folder. You should see something like this.

This model contains all the steps needed to complete the calculation, but it just has one input: the DEM. That means that the threshold for channel definition use a fixed value, which makes the model not as useful as it could be. That is not a problem, since we can edit the model, and that is exactly what we will do.

First, let's add a numerical input. That will ask the user for a numerical input that we can use when such a value is needed in any of the algorithms included in our model. Click on the *Number* entry in the inputs tree, and you will see the corresponding dialog. Fill it with the values shown next.

Now your model should look like this.

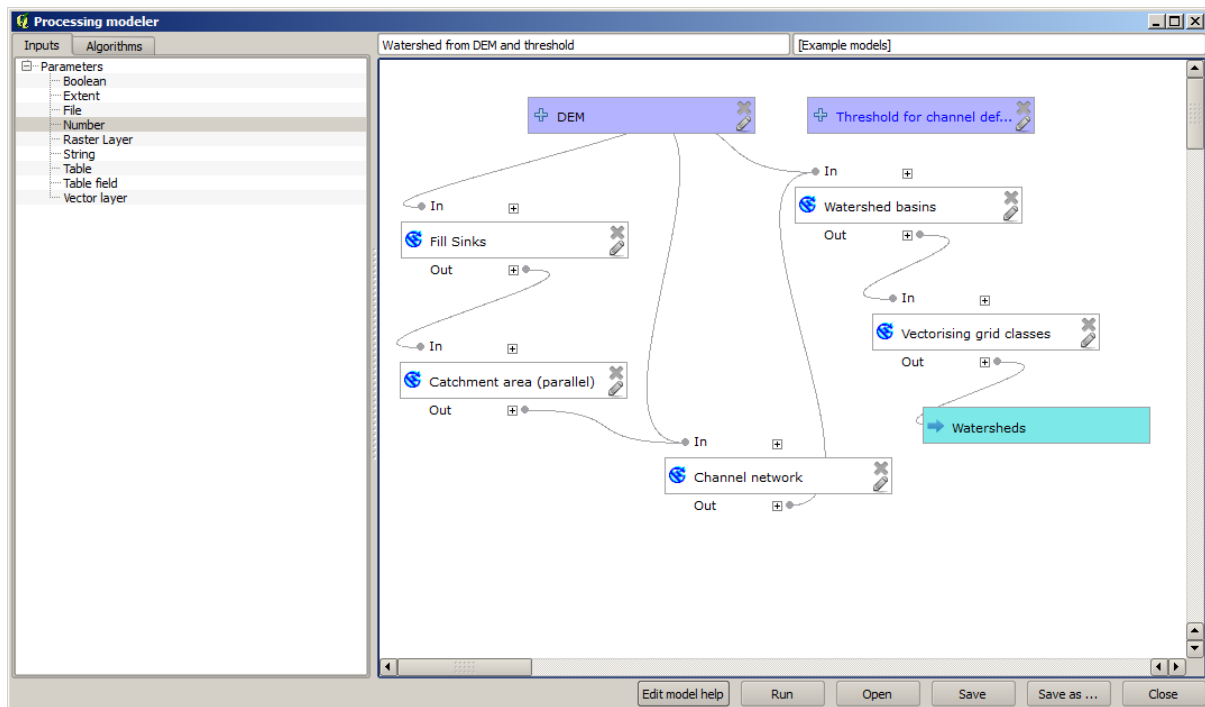




The "Parameter definition" dialog box is shown with the following fields and values:

- Parameter name:
- Min/Max values:
- Default value:

Buttons for "OK" and "Cancel" are located at the bottom of the dialog.



The input that we have just added is not used, so the model hasn't actually changed. We have to link that input to the algorithm that uses it, in this case the *Channel network* one. To edit an algorithm that already exists in the modeler, just click on the pen icon on the corresponding box in the canvas. If you click on the *Channel network* algorithm, you will see something like this.

The dialog is filled with the current values used by the algorithm. You can see that the threshold parameter has a fixed value of 1,000,000 (this is also the default value of the algorithm, but any other value could be put in there). However, you might notice that the parameter is not entered in a common text box, but in an option menu. If you unfold it, you will see something like this.

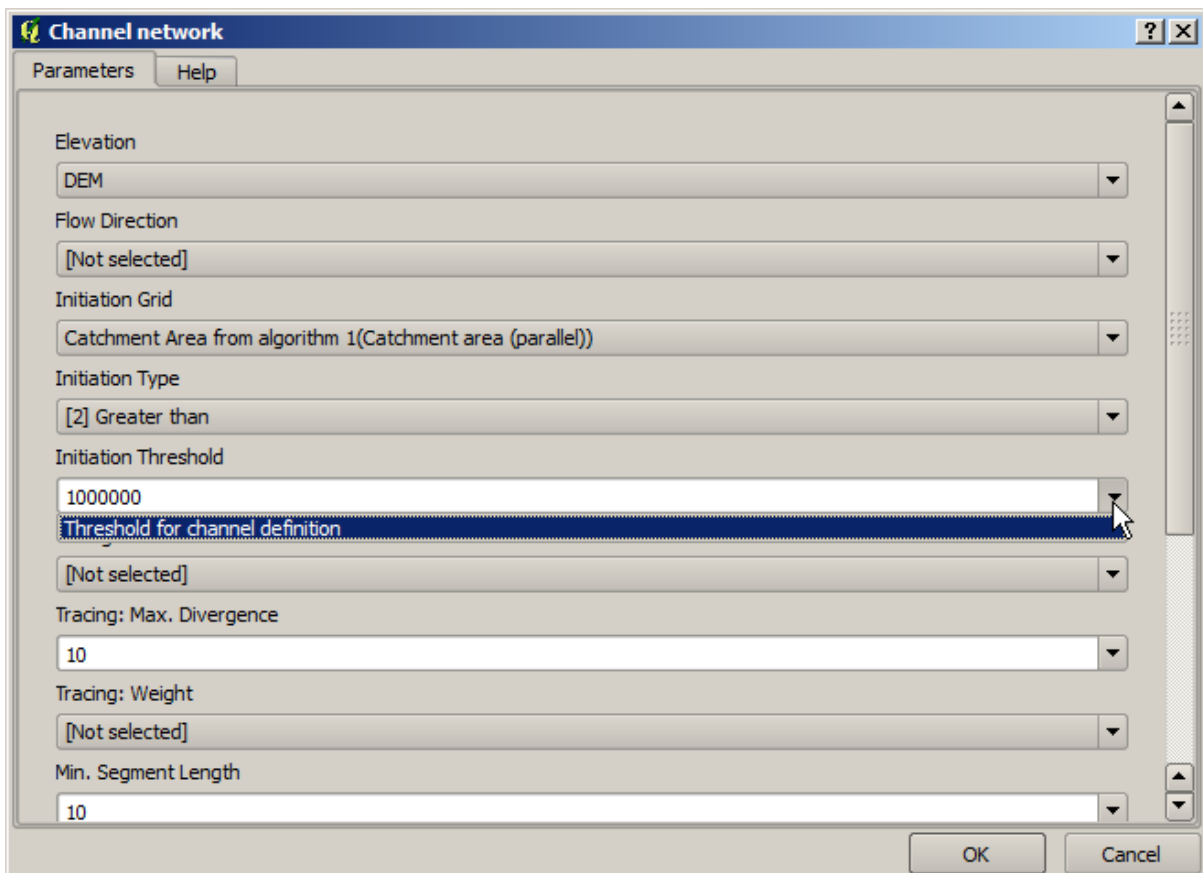
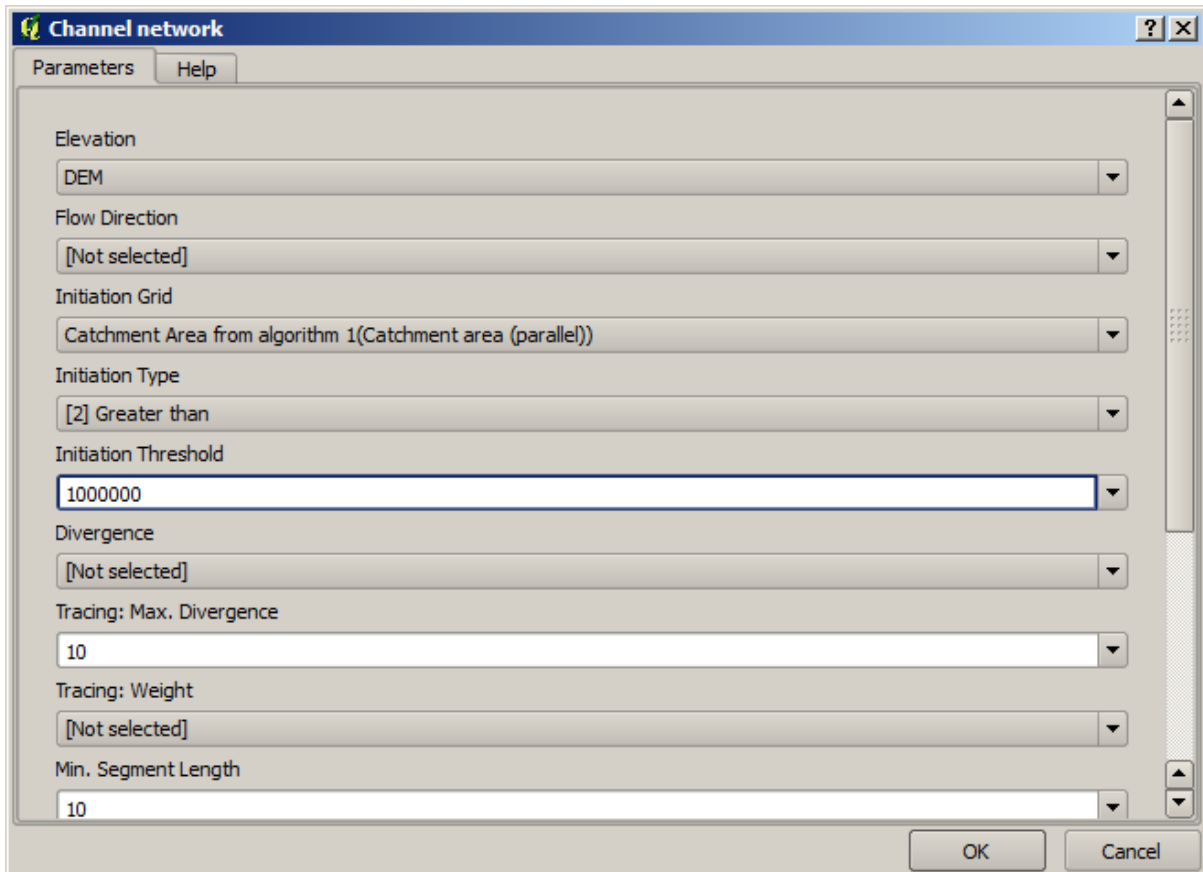
The input that we added is there and we can select it. Whenever an algorithm in a model requires a numerical value, you can hardcode it and directly type it, or you can use any of the available inputs and values (remember that some algorithms generate single numerical values. We will see more about this soon). In the case of a string parameter, you will also see string inputs and you will be able to select one of them or type the desired fixed value.

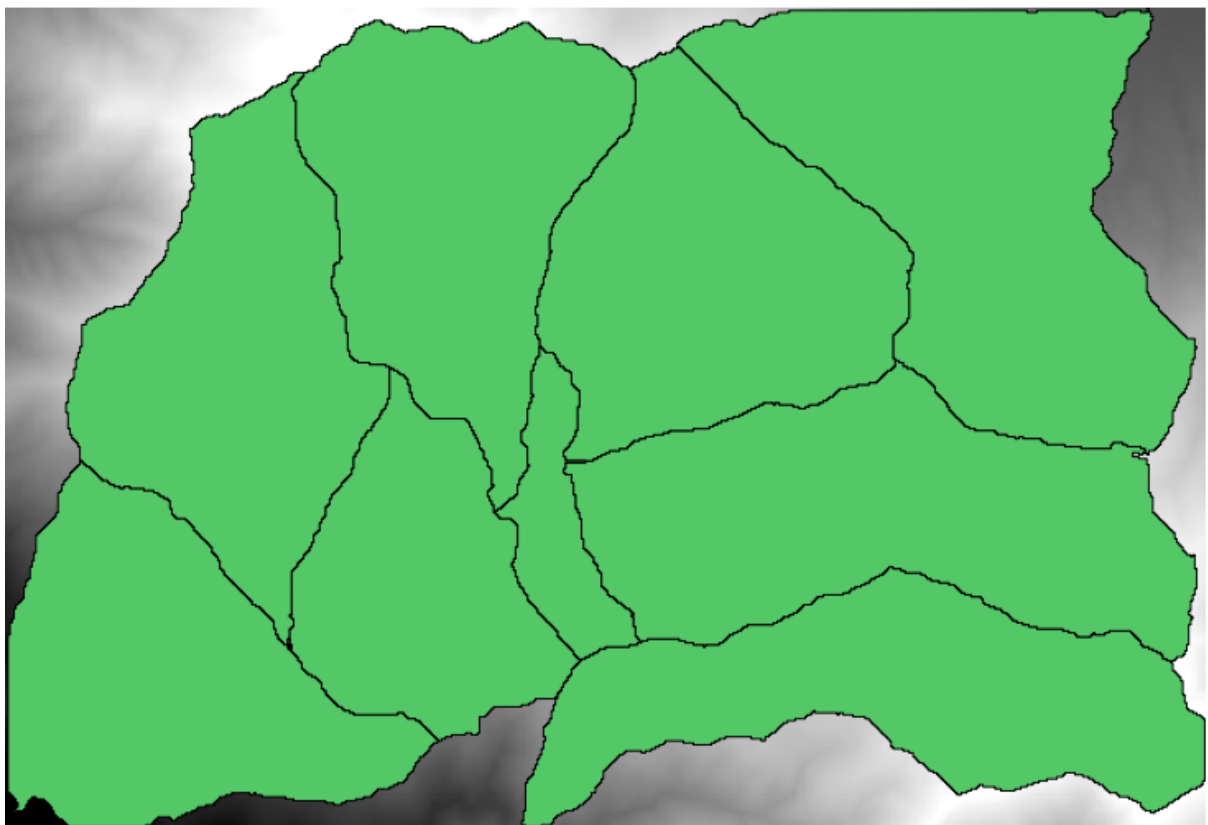
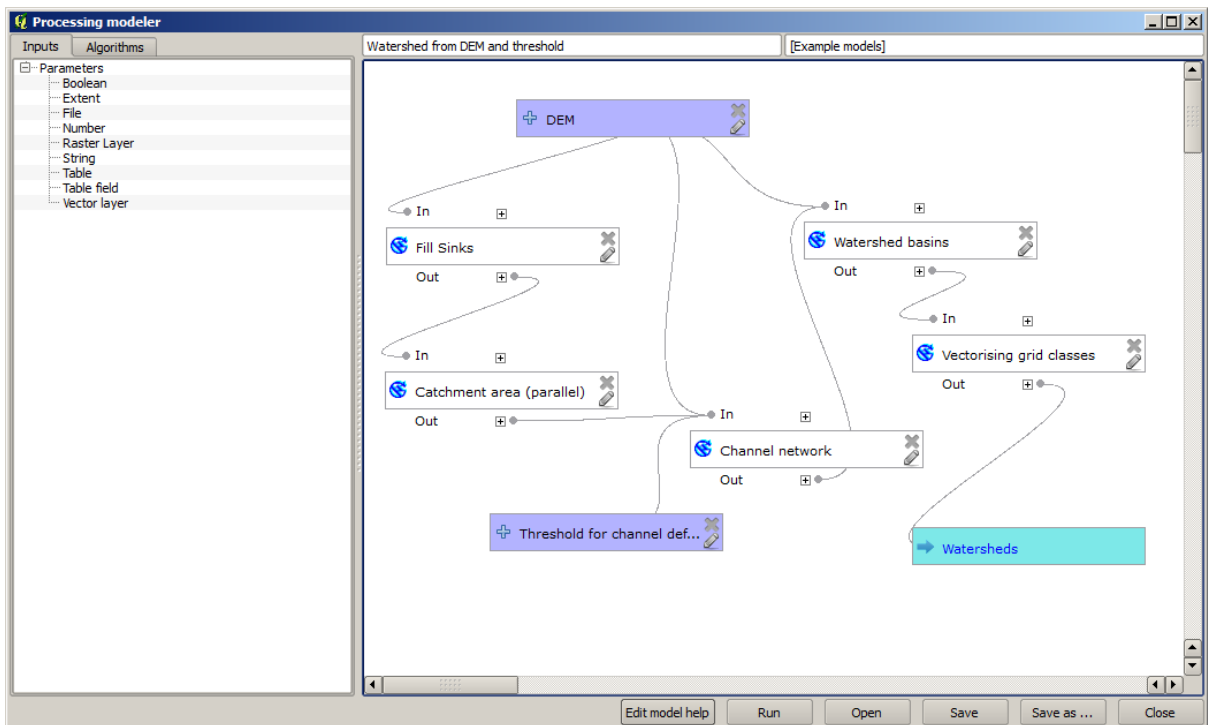
Select the *Threshold* input in the *Threshold* parameter and click on *OK* to apply the changes to your model. Now the design of the model should look like this.

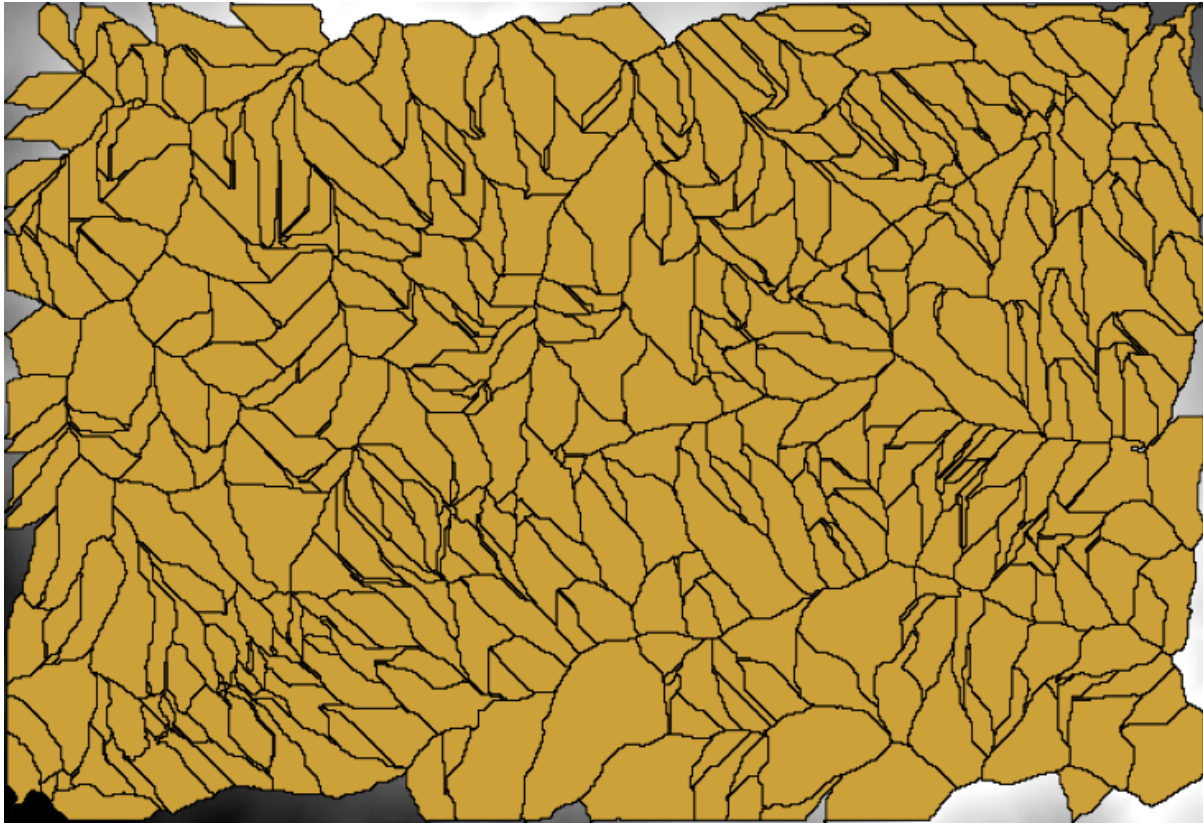
The model is now complete. Try to run it using the DEM that we have used in previous lessons, and with different threshold values. Here you have a sample of the result obtained for different values. You can compare with the result for the default value, which is the one we obtained in the hydrological analysis lesson.

Threshold = 100,000

Threshold = 1,000,000







## 17.19 Numeric calculations in the modeler

**Avvertimento:** Attenzione, questo capitolo non è completamente testato, per cui segnala qualunque problema; le immagini sono mancanti

**Nota:** In this lesson we will see how to use numeric outputs in the modeler

For this lesson, we are going to modify the hydrological model that we created in the last chapter (open it in the modeler before starting), so we can automate the calculation of a valid threshold value and we do not have to ask the user to enter it. Since that value refers to the variable in the threshold raster layer, we will extract it from that layer, based on some simple statistical analysis.

Starting with the aforementioned model, let's do the following modifications:

First, calculate statistics of the flow accumulation layer using the *Raster layer statistics* algorithm.

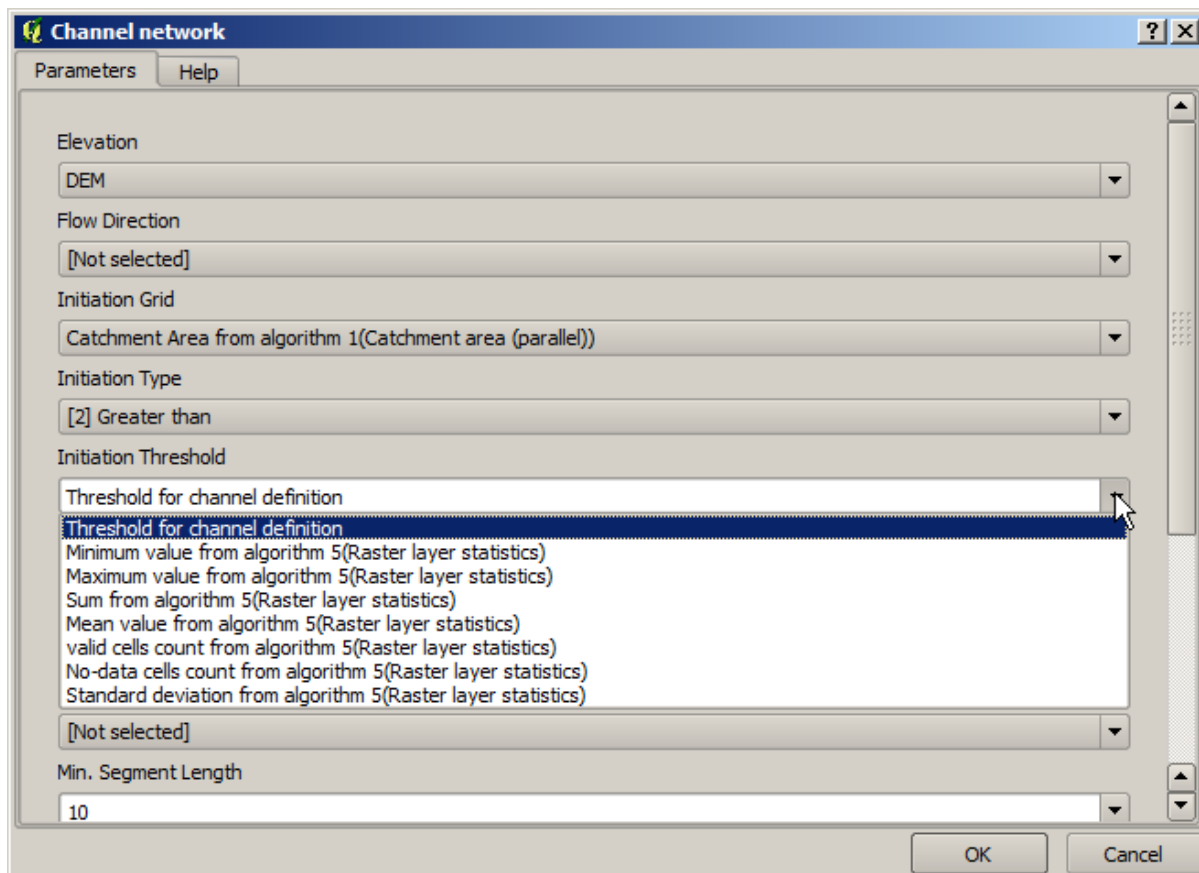
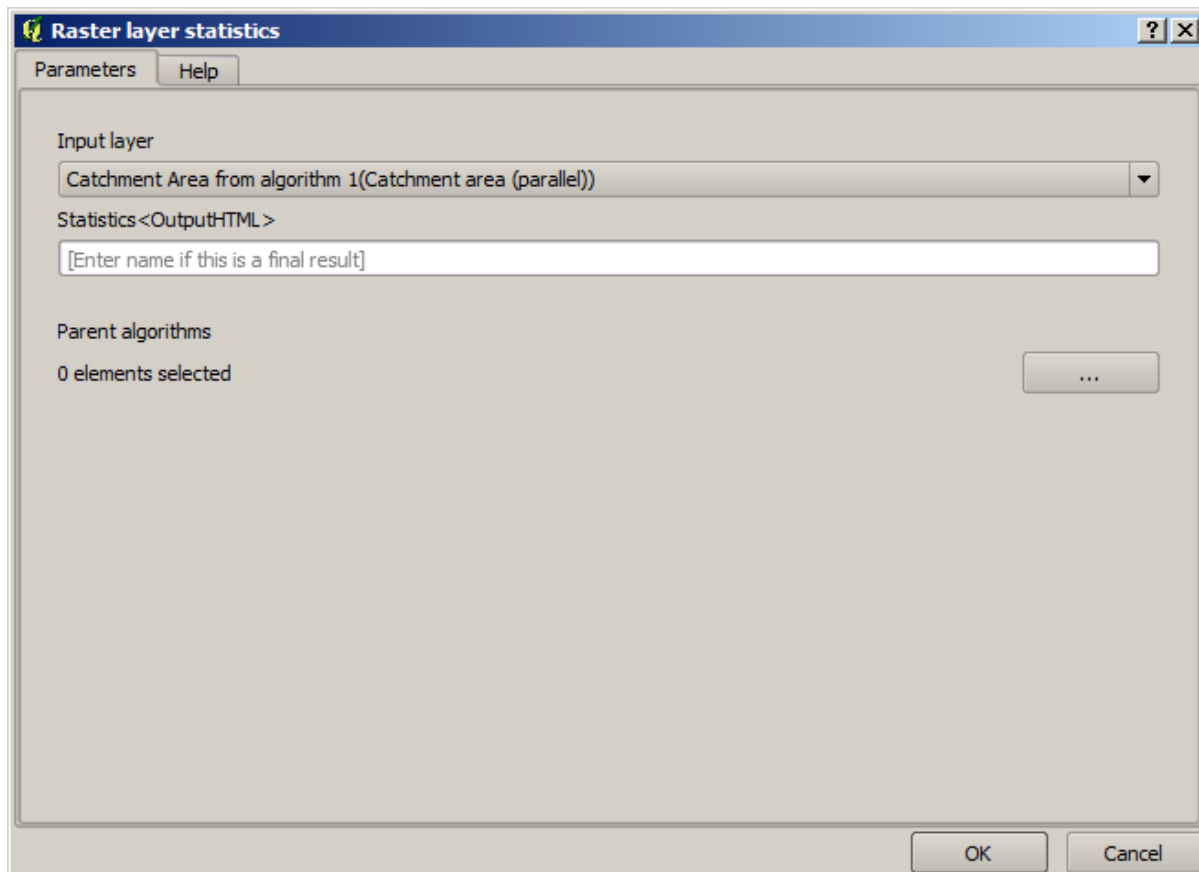
This will generate a set of statistical values that will now be available for all numeric fields in other algorithms.

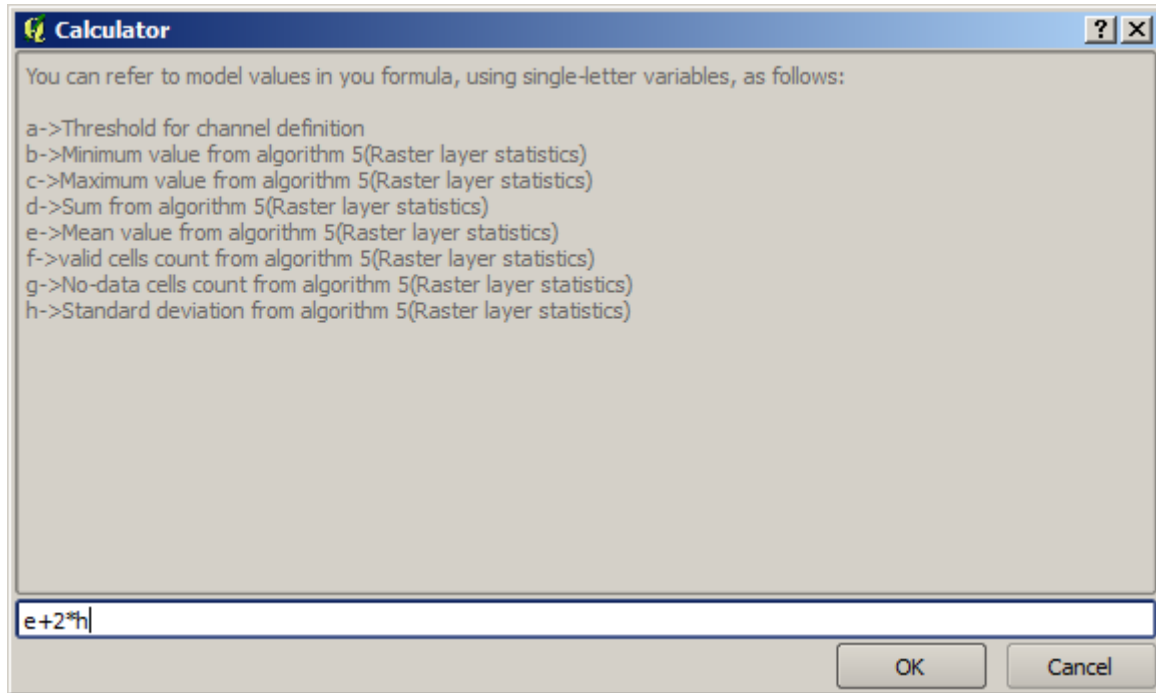
If you edit the *Channel network* algorithm, as we did in the last lesson, you will see now that you have other options apart from the numeric input that you added.

However, none of this values is suitable for being used as a valid threshold, since they will result in channel networks that will not be very realistic. We can, instead, derive some new parameter based on them, to get a better result. For instance, we can use the mean plus 2 times the standard deviation.

To add that arithmetical operation, we can use the calculator that you will find in the *Geoalgorithms/modeler/modeler-tools* group. This group contains algorithms that are not very useful outside of the modeler, but that provide some useful functionality when creating a model.

The parameters dialog of the calculator algorithm looks like this:





As you can see, the dialog is different to the other ones we have seen, but you have in there the same variables that were available in the *Threshold* field in the *Channel network* algorithm. Enter the above formula and click on *OK* to add the algorithm.

If you expand the outputs entry, as shown above, you will see that the model is connected to two of the values, namely the mean and the standard deviation, which are the ones that we have used in the formula.

Adding this new algorithm will add a new numeric value. If you go again to the *Channel network* algorithm, you can now select that value in the *Threshold* parameter.

Click on *OK* and your model should look like this.

We are not using the numeric input that we added to the model, so it can be removed. Right-click on it and select *Remove*

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

Our new model is now finished.

## 17.20 A model within a model

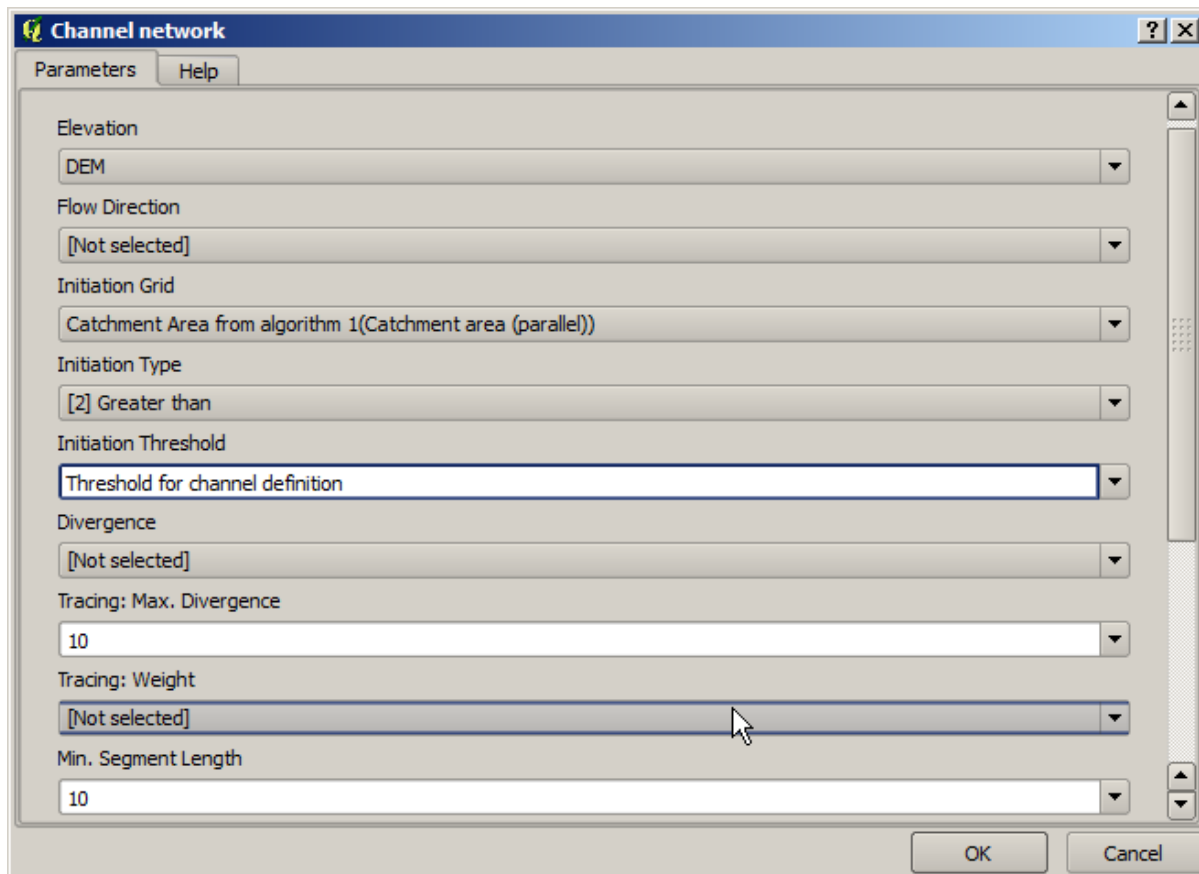
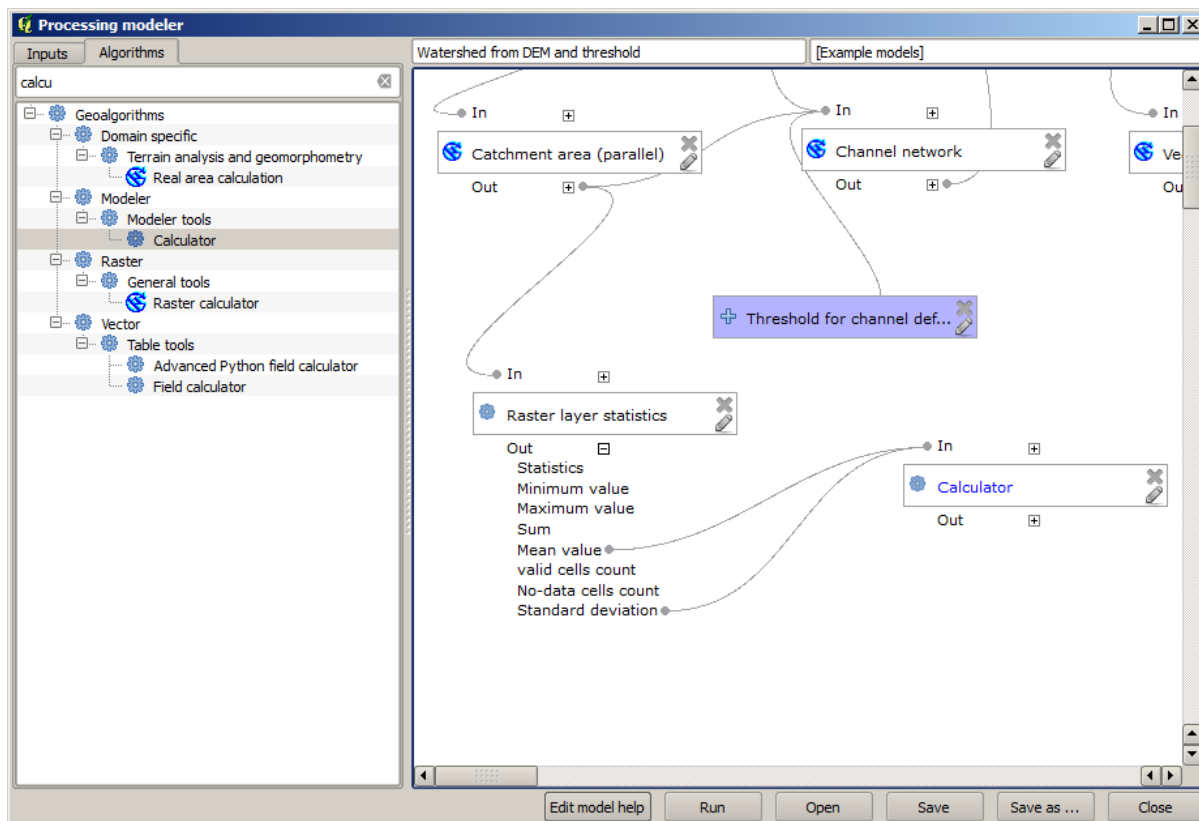
**Avvertimento:** Attenzione, questo capitolo non è completamente testato, per cui segnala qualunque problema; le immagini sono mancanti

---

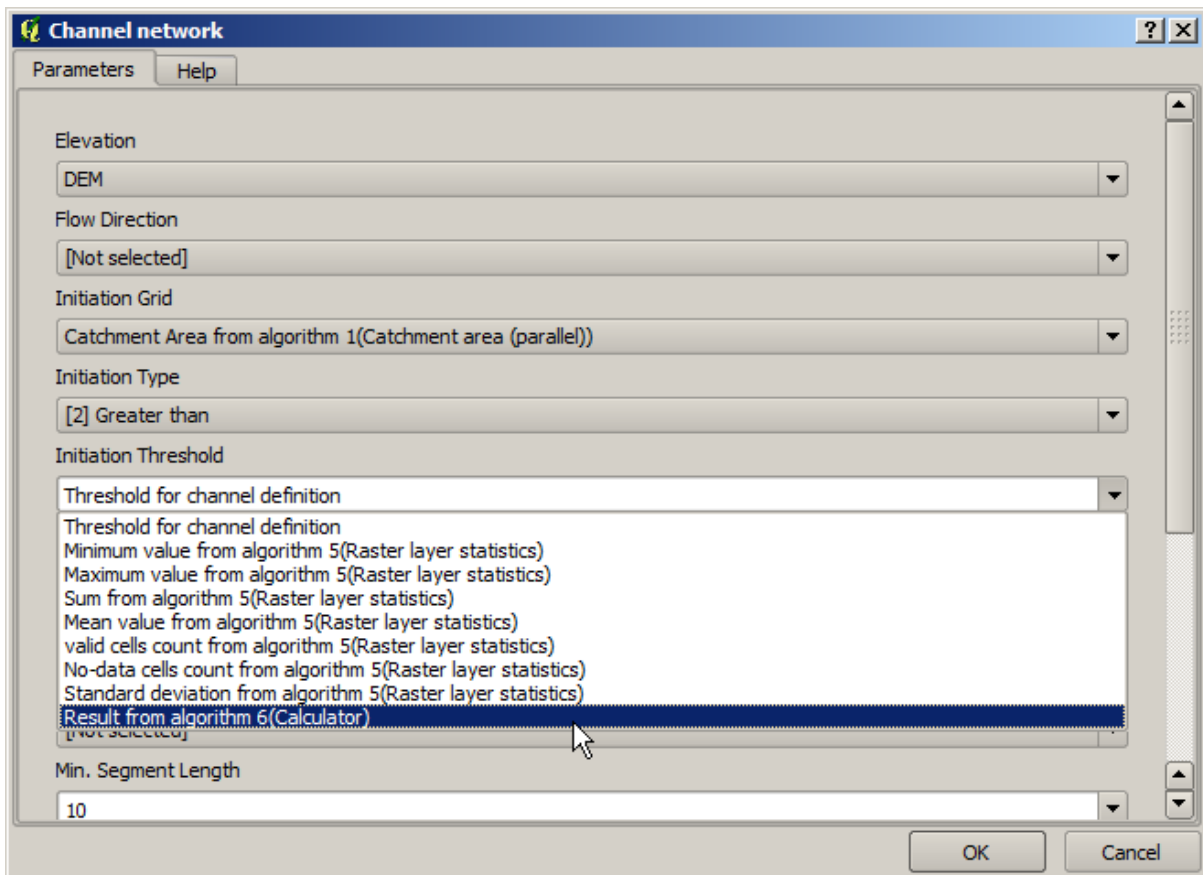
**Nota:** In this lesson we will see how to use a model within a bigger model.

---

We have already created a few models, and in this lesson we are going to see how we can combine them on a single bigger one. A model behaves like any other algorithm, which means that you can add a model that you have already created as part of another one that you create after that.







In this case, we are going to expand our hydrological model, by adding the mean TWI value in each of the basins that it generates as result. To do that, we need to calculate the TWI, and to compute the statistics. Since we have already created a model to calculate TWI from a DEM, it is a good idea to reuse that model instead of adding the algorithms it contains individually.

Let's start with the model we used as starting point for the last lesson.

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

First, we will add the TWI model. For it to be available, it should have been saved on the models folder, since otherwise it will not be shown in the toolbox or the algorithms list in the modeler. Make sure you have it available.

Add it to the current model and use the input DEM as its input. The output is a temporary one, since we just want the TWI layer to compute the statistics. The only output of this model we are creating will still be the vector layer with the watersheds.

Here is the corresponding parameters dialog:

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

Now we have a TWI layer that we can use along with the watersheds vector layer, to generate a new one which contains the values of the TWI corresponding to each watershed.

This calculation is done using the *Grid statistics in polygons* algorithm. Use the layers mentioned above as input, to create the final result.

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

The output of the *Vectorize grid classes* algorithm was originally our final output, but now we just want it as an intermediate result. To change that, we have to edit the algorithm. Just double-click on it to see its parameters dialog, and delete the name of the output. That will make it a temporary output, as it is by default.

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

This is how the final model should look like:

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

As you see, using a model in another model is nothing special, and you can add it just like you add another algorithm, as long as the model is saved in the models folder and is available in the toolbox.

## 17.21 Using modeler-only tools for creating a model

---

**Nota:** This lesson shows how to use some algorithms that are only available in the modeler, to provide additional functionality to models.

---

The goal of this lesson is to use the modeler to create an interpolation algorithm that takes into account the current selection, not just to use only selected features, but to use the extent of that selection to create the interpolated raster layer.

The interpolation process involves two steps, as it has been already explained in previous lessons: rasterizing the points layer and fill the no-data values that appear in the rasterized layer. In case the points layer has a selection, only selected points will be used, but if the output extent is set to be automatically adjusted, the full extent of the layer will be used. That is, the extent of the layer is always considered to be the full extent of all features, not the one computed from just the selected ones. We will try to fix that by using some additional tools into our model.

Open the modeler and start the model by adding the required inputs. In this case we need a vector layer (restricted to points) and an attribute from it, with the values that we will use for rasterizing.

The next step is to compute the extent of the selected features. That's where we can use the model-only tool called *Vector layer bounds*. First, we will have to create a layer that has the extent of those selected features. Then, we can use this tool on that layer.

An easy way of creating a layer with the extent of the selected features is to compute a convex hull of the input points layer. It will use only the selected point, so the convex hull will have the same bounding box as the selection. Then we can add the *Vector layer bounds* algorithm, and use the convex hull layer as input. It should look this in the modeler canvas:

The result from the *Vector layer bounds* is a set of four numeric values and a extent object. We will use both the numeric outputs and the extent for this exercise.

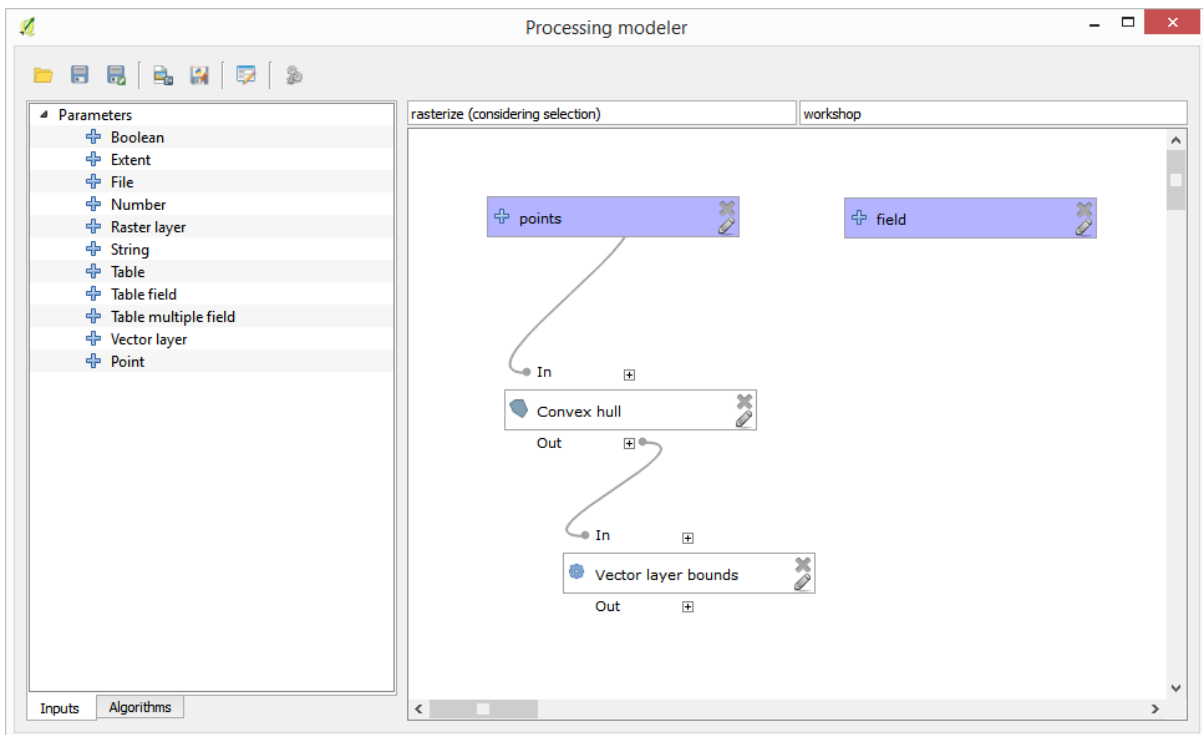
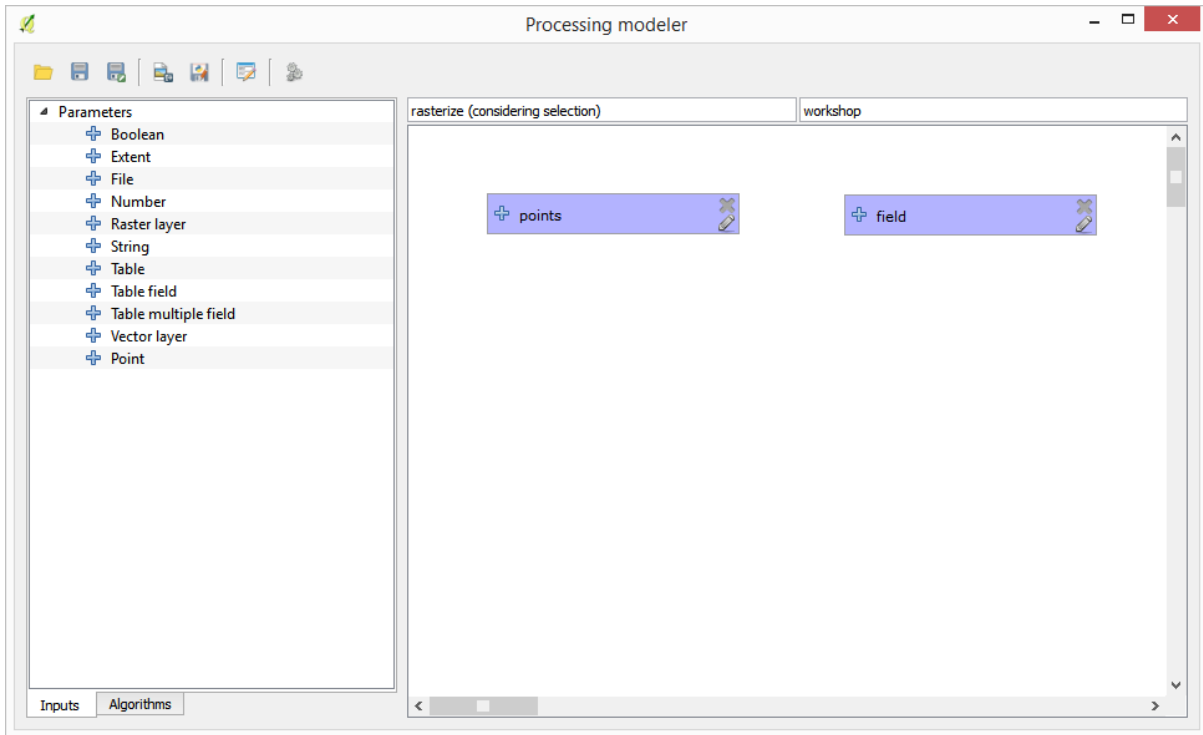
We can now add the algorithm that rasterizes the vector layer, using the extent from the *Vector layer bounds* algorithm as input.

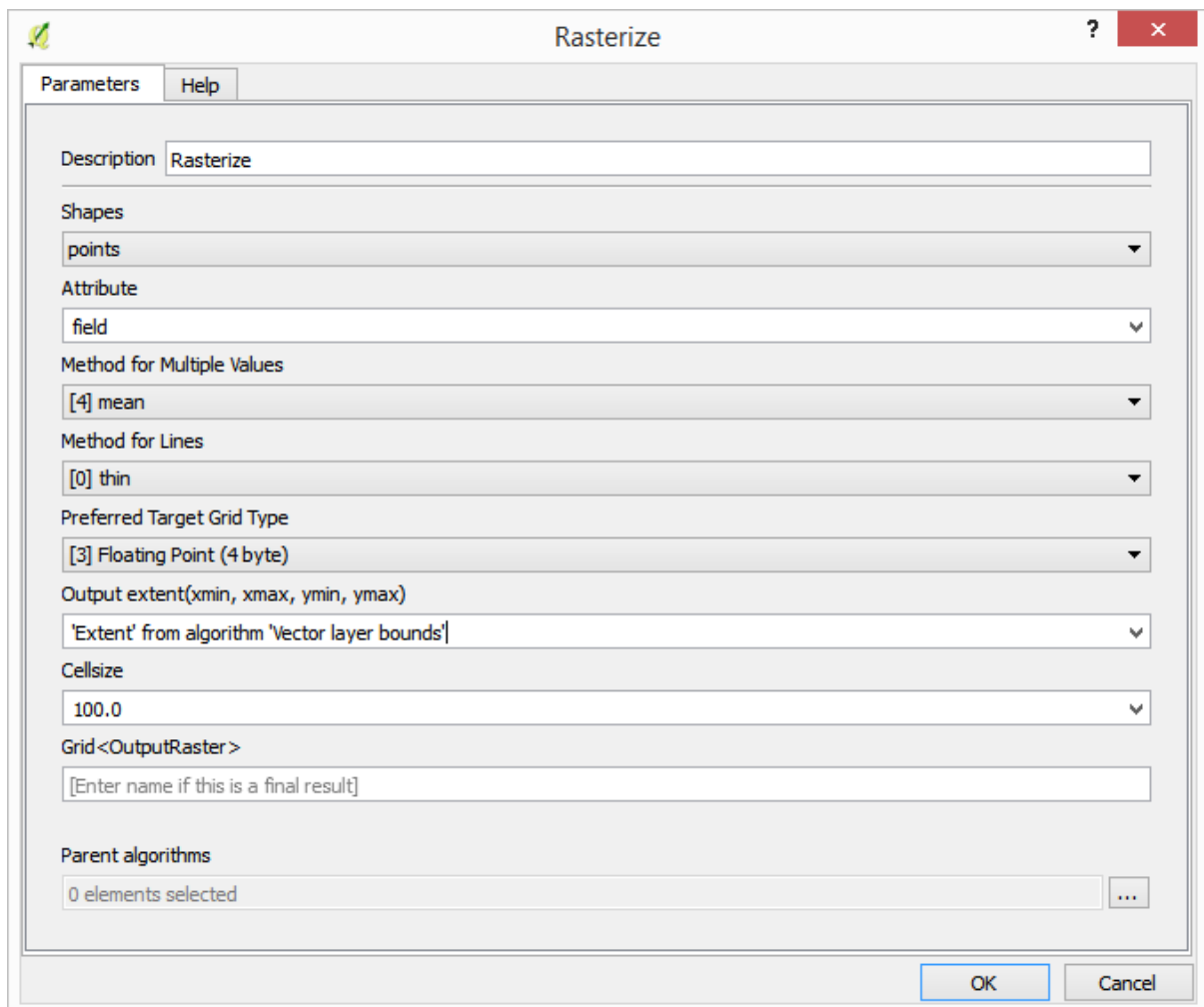
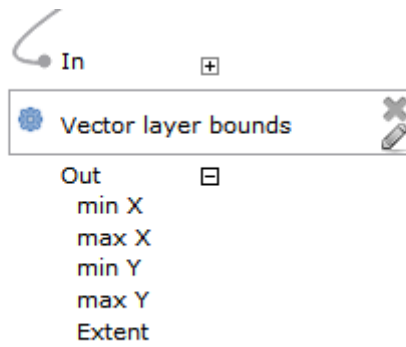
Fill the parameters of the algorithm as shown next:

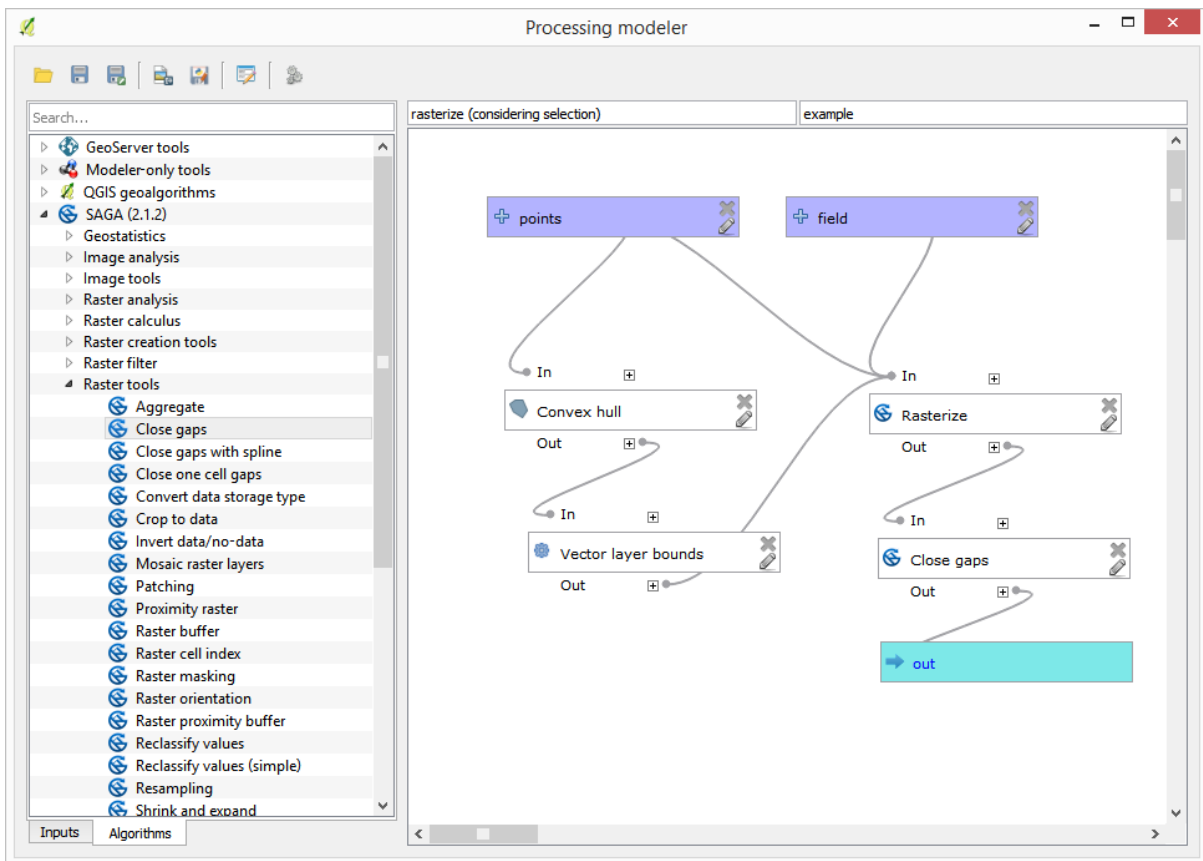
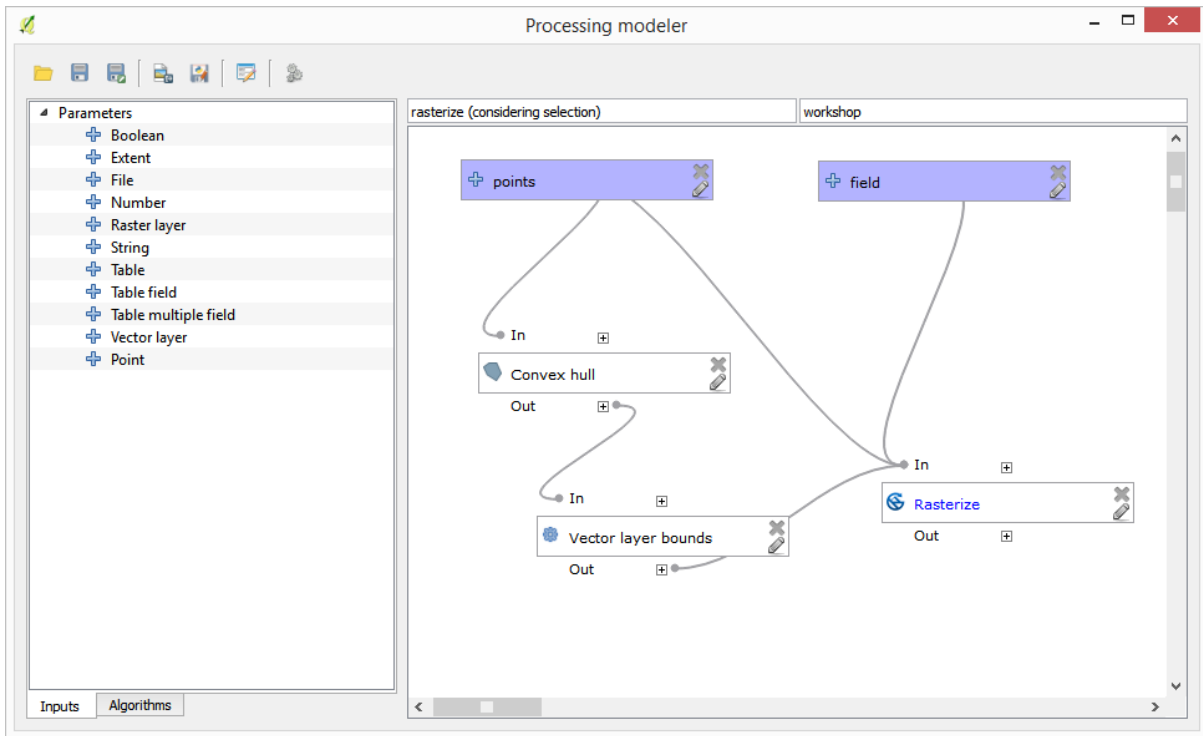
The canvas should now look like.

Finally, fill the no-data values of the raster layer using the *Close gaps* algorithm.

The algorithm is now ready to be saved and added to the toolbox. You can run it and it will generate a raster layer from interpolating the selected points in the input layer, and the layer will have the same extent as the selection.

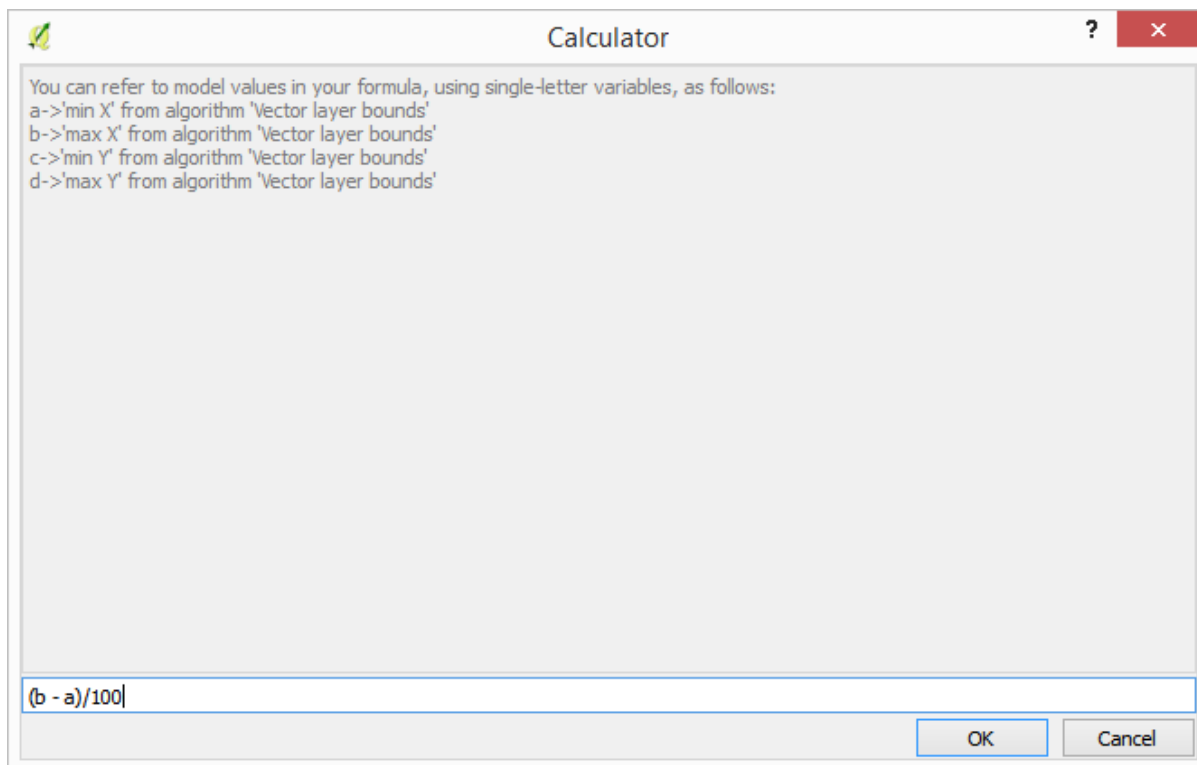






Here's an improvement to the algorithm. We have used a hardcoded value for the cellsize when rasterizing. This value is fine for our test input layer, but might not be for other cases. We could add a new parameter, so the user enters the desired value, but a much better approach would be to have that value automatically computed.

We can use the modeler-only calculator, and compute that value from the extent coordinates. For instance, to create a layer with a fixed width of 100 pixels, we can use the following formula in the calculator.



Now we have to edit the rasterize algorithm, so it uses the output of the calculator instead of the hardcoded value.

The final algorithm should look like this:

## 17.22 Interpolazione

**Nota:** Questo capitolo mostra come interpolare dati di punti, e ti mostrerà un altro esempio per effettuare analisi spaziali

In questa lezione ti accingi a interpolare i dati di punti per ottenere un raster. Prima di farlo, dovrai preparare i dati, e dopo l'interpolazione farai ulteriori elaborazioni di aggiustamento dei risultati, così da avere un'analisi completa.

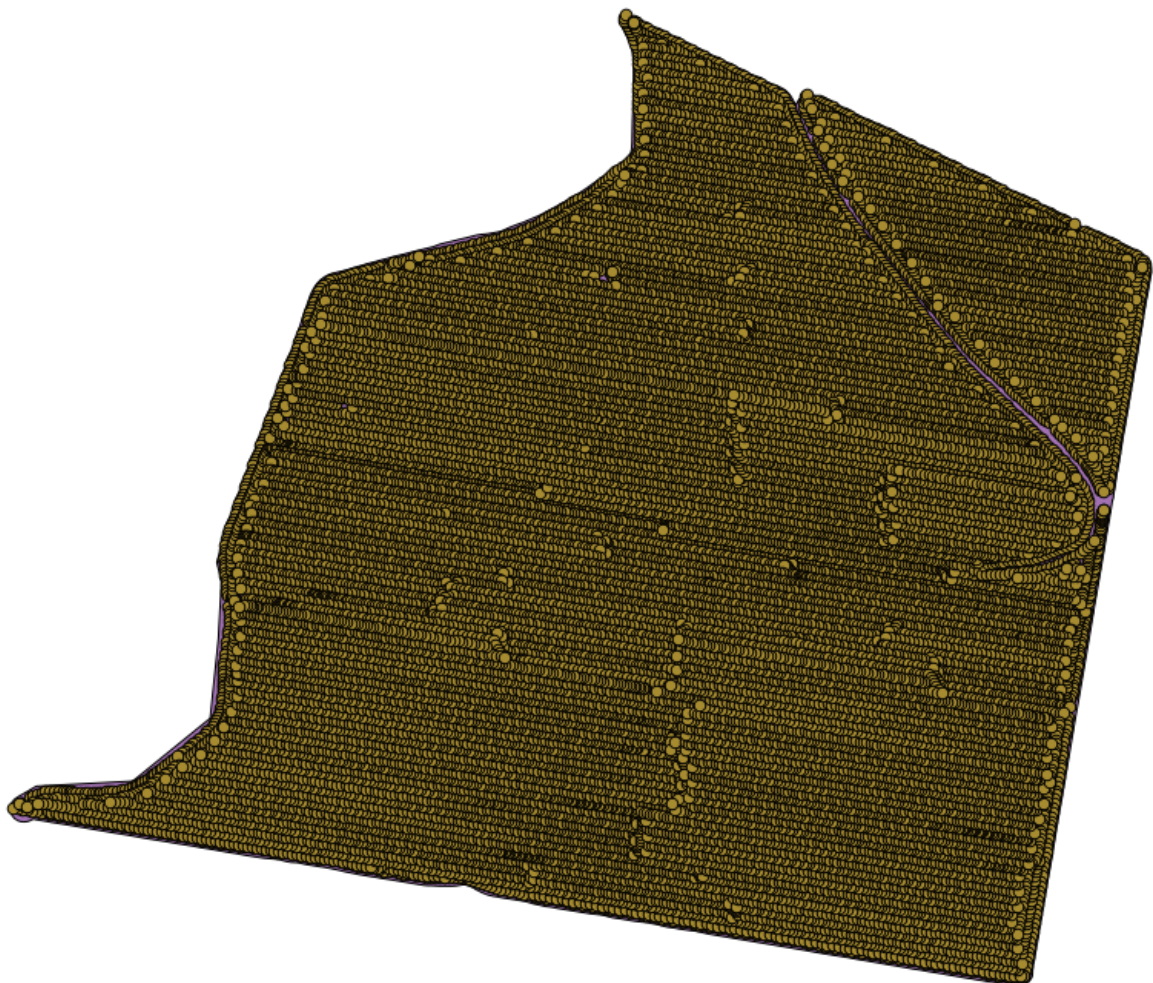
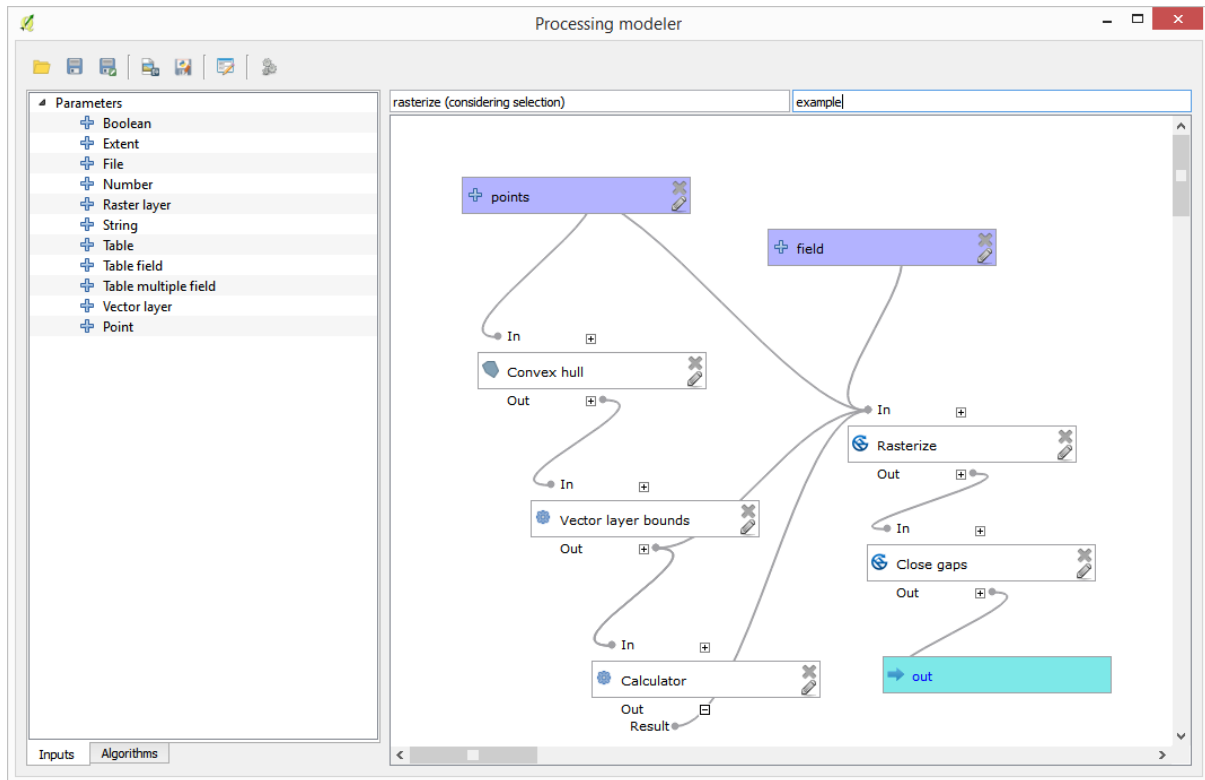
Apri i dati di esempio per questa lezione che dovrebbero apparire come di seguito

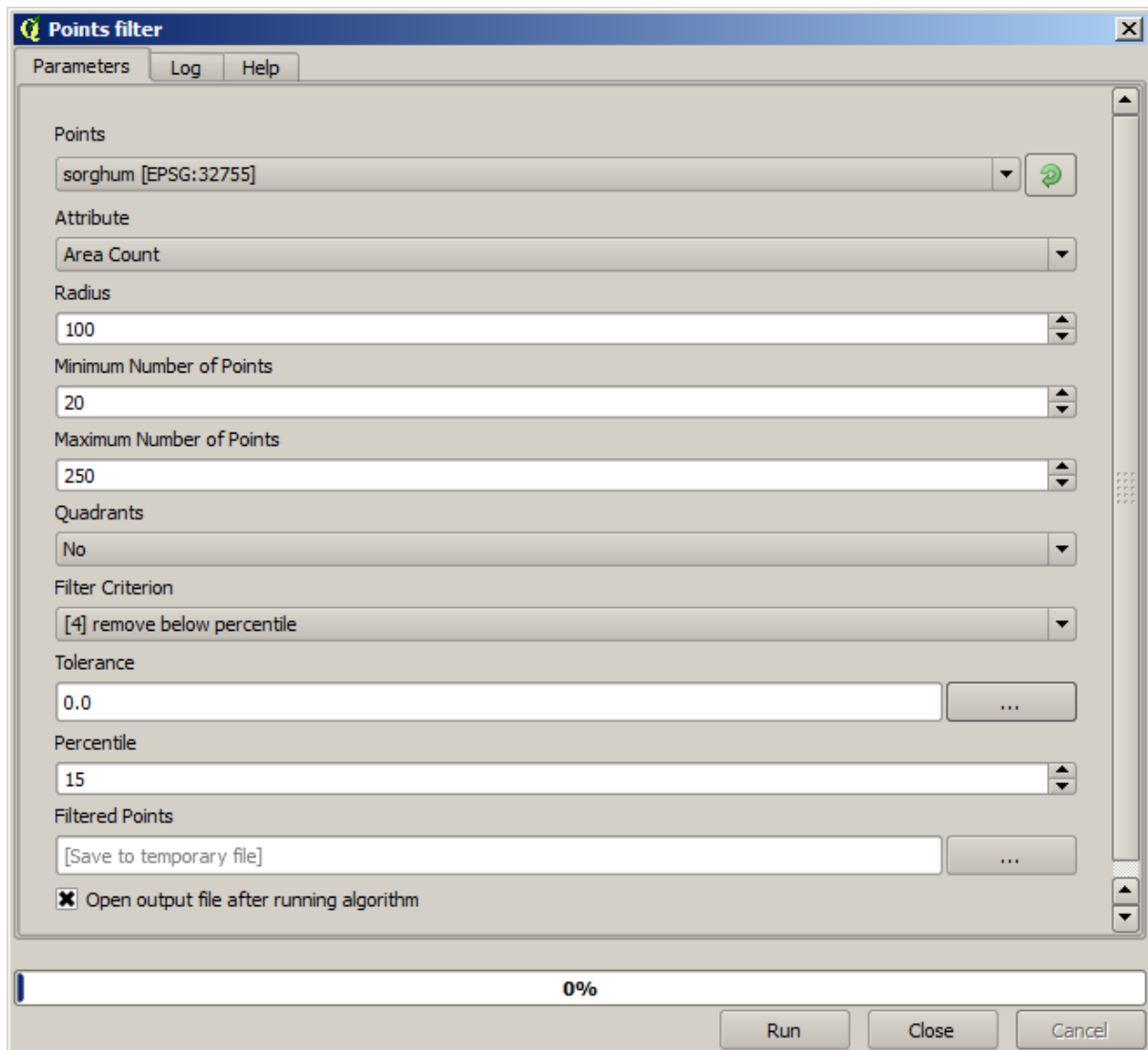
I dati corrispondono alla resa di una coltivazione, come rilevati da una mietitrice moderna e li userai per avere un raster delle rese produttive del campo. Non farai ulteriori analisi ma lo userai come livello di base per identificare le zone più produttive e quelle dove la produttività può essere migliorata.

La prima cosa che devi fare è pulire il livello dai punti ridondanti. Questi sono causati dal movimento della mietitricella, dove deve curvare o dove cambia la velocità. L'algoritmo *Points filter* ti è utile per questo. Lo usi due volte, per rimuovere i punti che possono essere considerati valori anomali sia nella parte alta che in quella bassa della distribuzione.

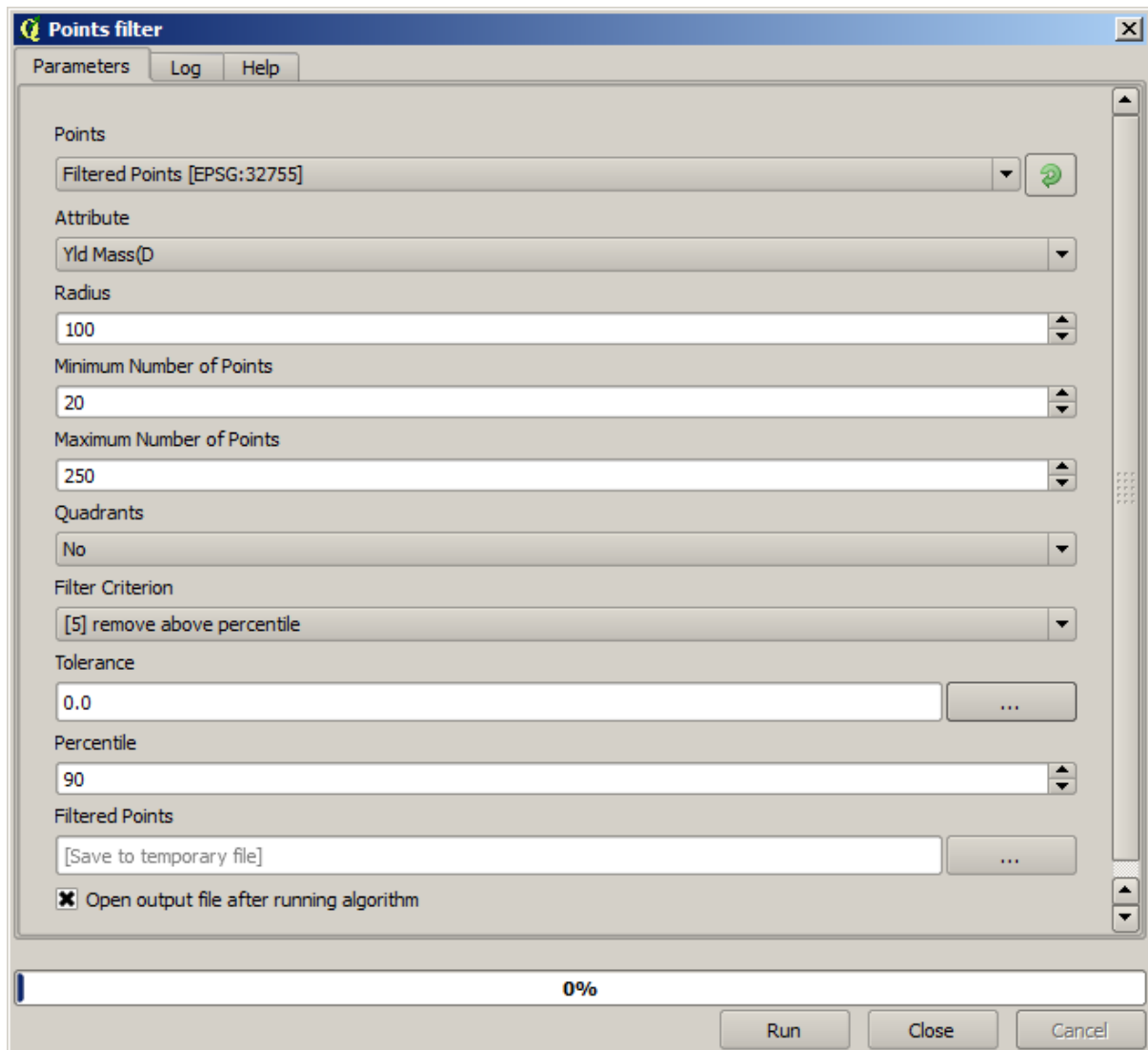
Per i valori anomali superiormente, usa i seguenti parametri.

Per continuare usa la configurazione mostrata sotto.





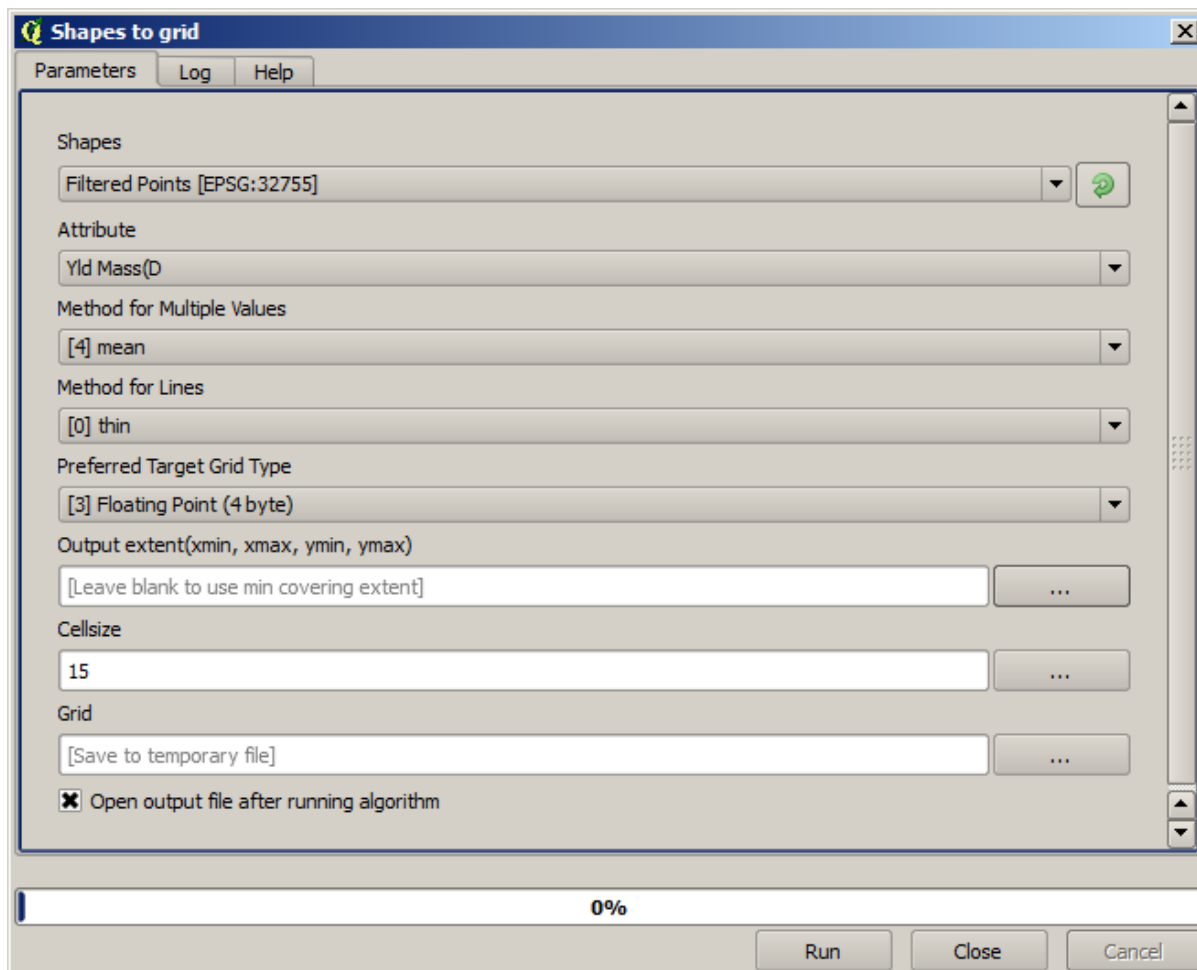




Nota che non stai usando il layer originale ma l'output ricavato dal passo precedente.

Il vettore finale dovrebbe essere simile a quello iniziale, ma contiene un numero minore di punti. Puoi verificare, confrontando le rispettive tabelle di attributi.

Ora rasterizziamo il layer usando l'algoritmo *Rasterize*.



Il layer *Filtered points* si riferisce a quello risultante dal secondo filtro. Ha lo stesso nome di quello prodotto dal primo filtro, in quanto il nome viene assegnato dall'algoritmo, ma non devi utilizzare il primo. Quest'ultimo, dal momento che non verrà utilizzato per altro, lo puoi rimuovere dal progetto per evitare confusione, e puoi lasciare solo l'ultimo layer *Filtered points*.

Il raster risultante si presenta così

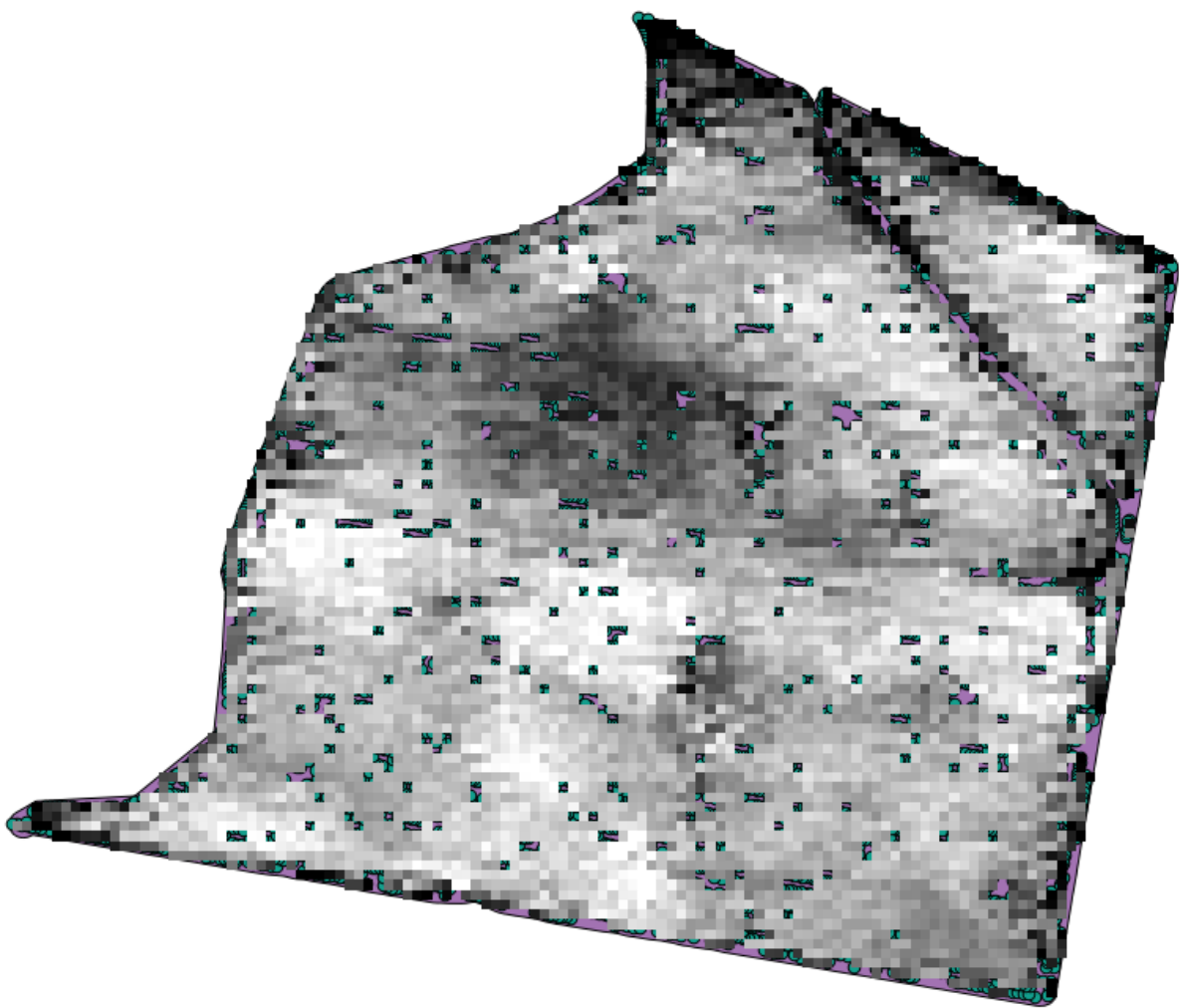
È un raster, ma manca del dato in alcune celle. Esso contiene solo i valori in quelle celle che contenevano un punto dal vettore che abbiamo appena rasterizzati. Per riempire i valori mancanti, puoi usare l'algoritmo *Close gaps*.

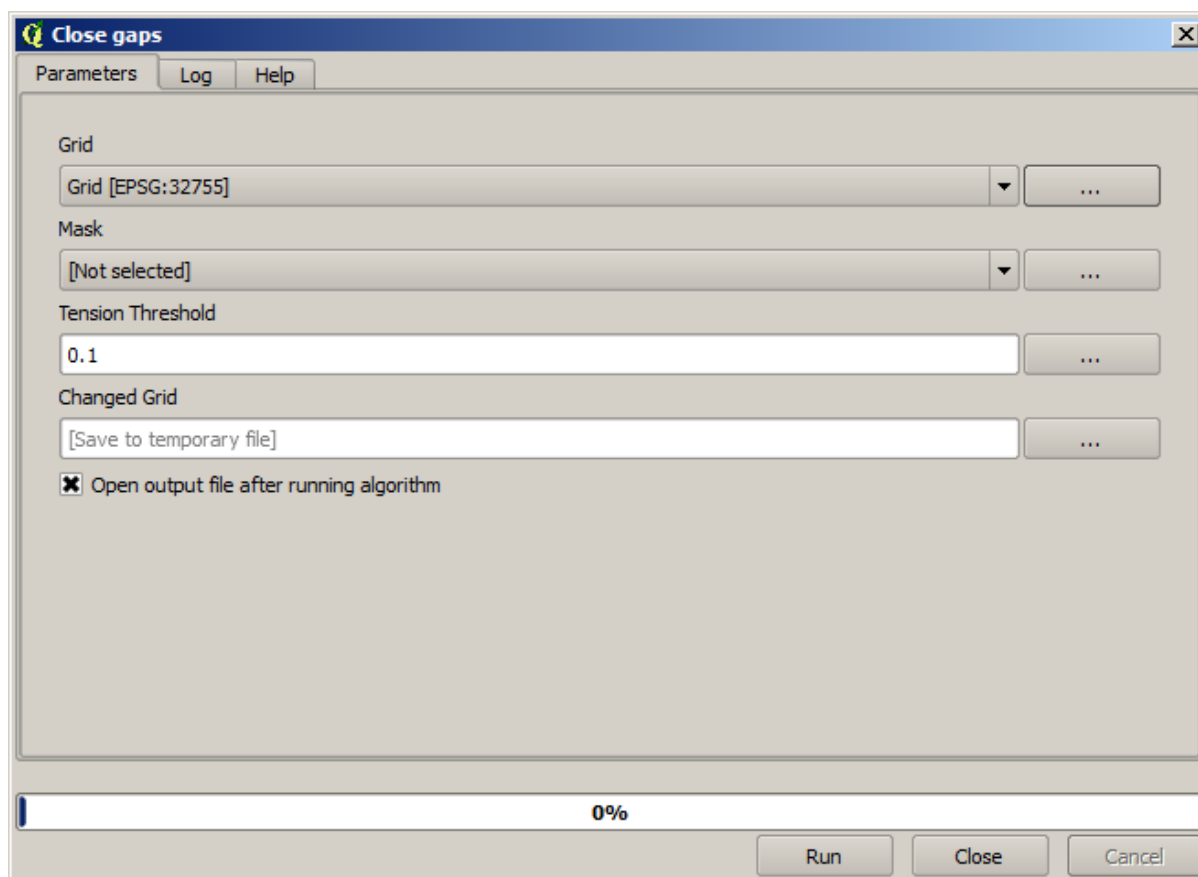
Il raster, tolte le celle senza dato appare simile a questo.

Per limitare l'area coperta dai dati alla regione in cui è stata misurata la resa delle colture, puoi ritagliare il raster con i limiti del vettore punti.

E per un risultato più uniforme (meno preciso ma migliore per la visualizzazione di fondo come layer di supporto), puoi applicare *Gaussian filter* al raster.

Con i parametri di cui sopra otterrai il seguente risultato





## 17.23 Ancora sull'interpolazione

**Nota:** Questo capitolo mostra un altro caso pratico sull'algoritmo dell'interpolazione.

L'interpolazione è una tecnica comune, e puoi usarla per mostrare diverse tecniche utili attraverso gli strumenti di processing QGIS. Questa lezione usa alcuni algoritmi di interpolazione che sono stati già introdotti, ma ha un approccio diverso.

I dati per questa lezione contengono anche uno layer di punti, in questo caso con dati di elevazione. Ti accingi a interpolare in modo assai simile a come hai fatto nella lezione precedente, ma stavolta salverai parte dei dati originali per valutare la qualità del processo di interpolazione.

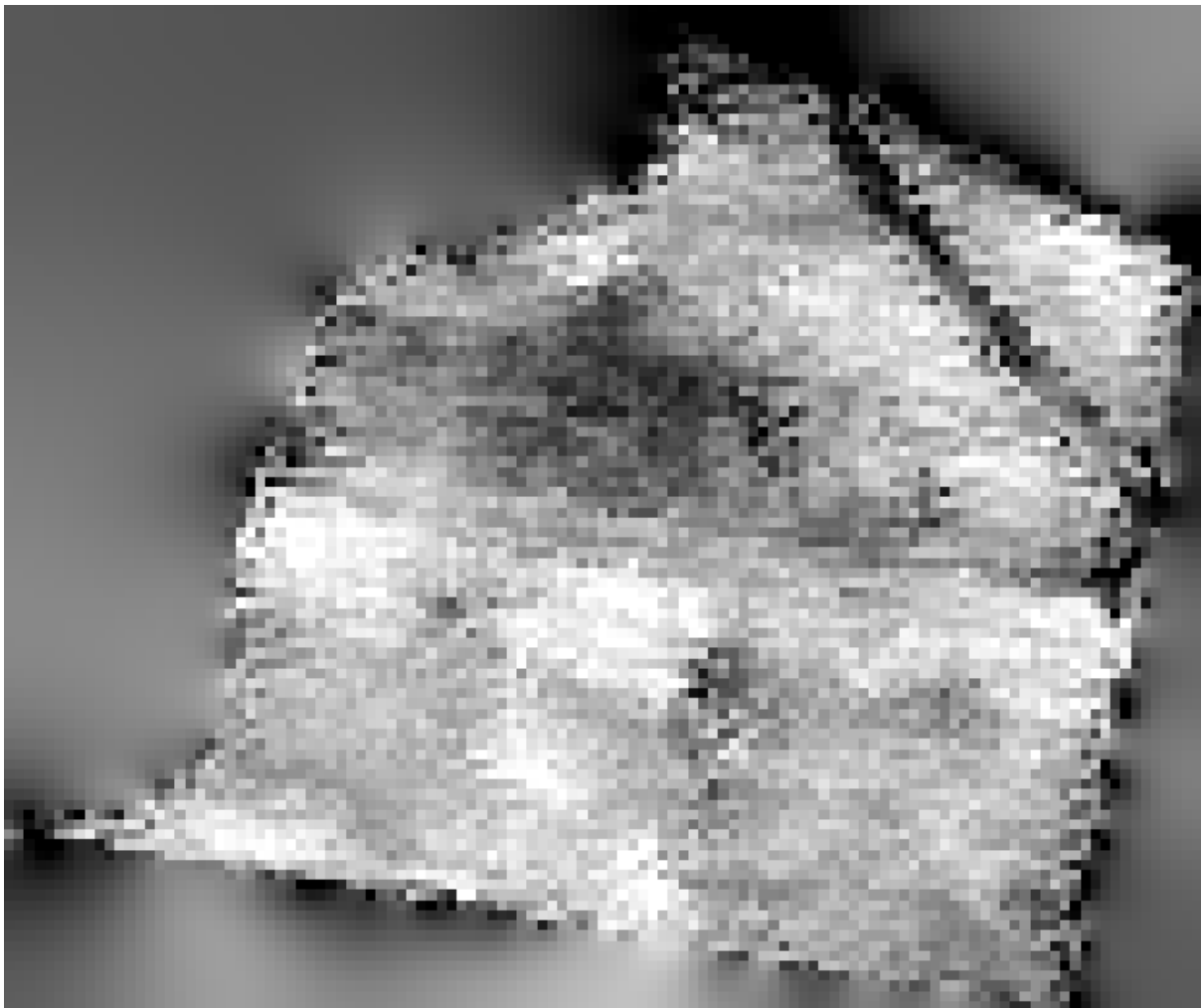
In primo luogo, devi rasterizzare il layer di punti e riempire le celle vuote, ma utilizzando solo una frazione dei punti nel livello. Salva il 10% dei punti per un controllo posteriore, quindi hai bisogno di avere il 90% dei punti pronti per l'interpolazione. Per fare ciò, potrai usare l'algoritmo *Split shapes layer randomly*, che hai già utilizzato in una lezione precedente, ma c'è un modo migliore per farlo, senza dover creare ogni nuovo strato intermedio. Invece, puoi semplicemente selezionare i punti da usare per l'interpolazione (la frazione del 90%), e quindi eseguire l'algoritmo. Come hai già visto, l'algoritmo di rasterizzazione utilizzerà solo i punti selezionati e ignorare il resto. Puoi fare la selezione utilizzando l'algoritmo *Random selection*. Esegui con i seguenti parametri.

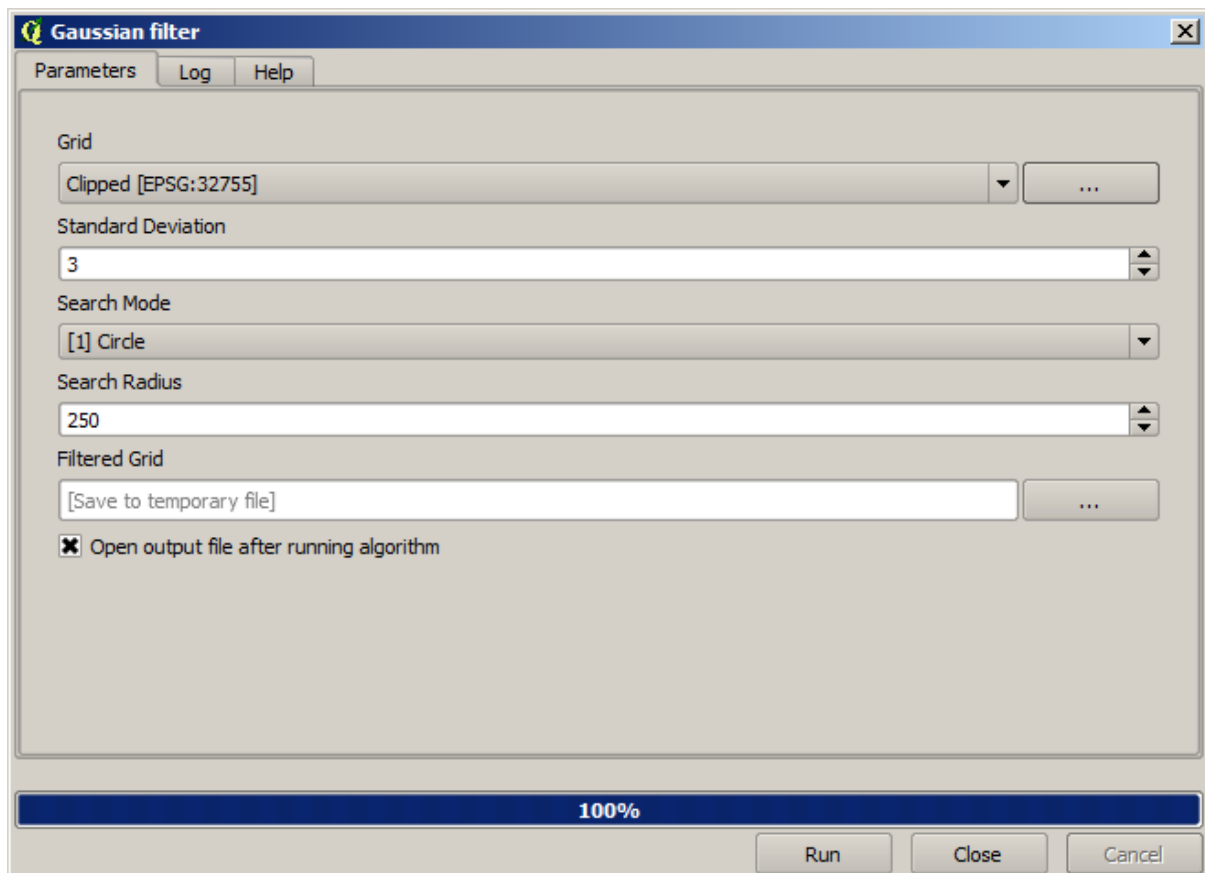
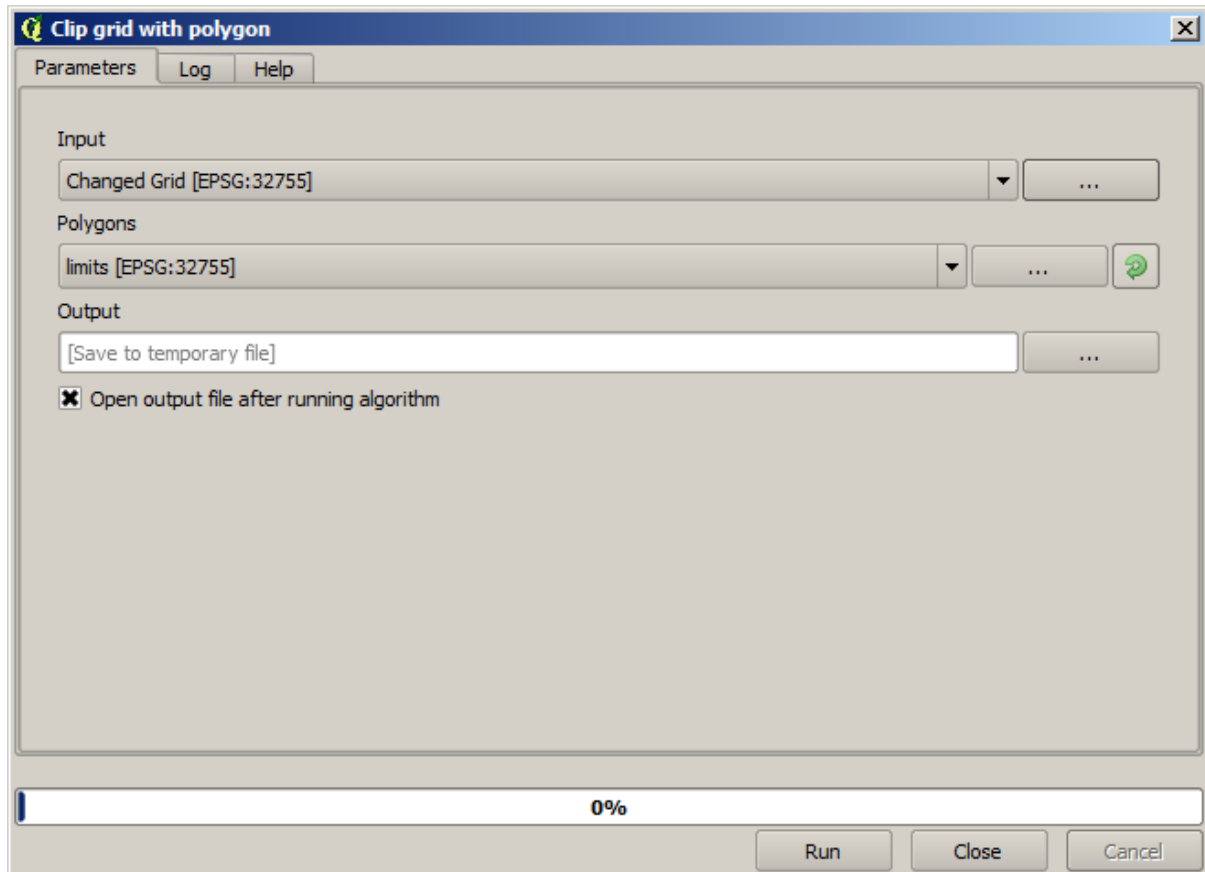
Sarà selezionato il 90% dei punti del layer da rasterizzare.

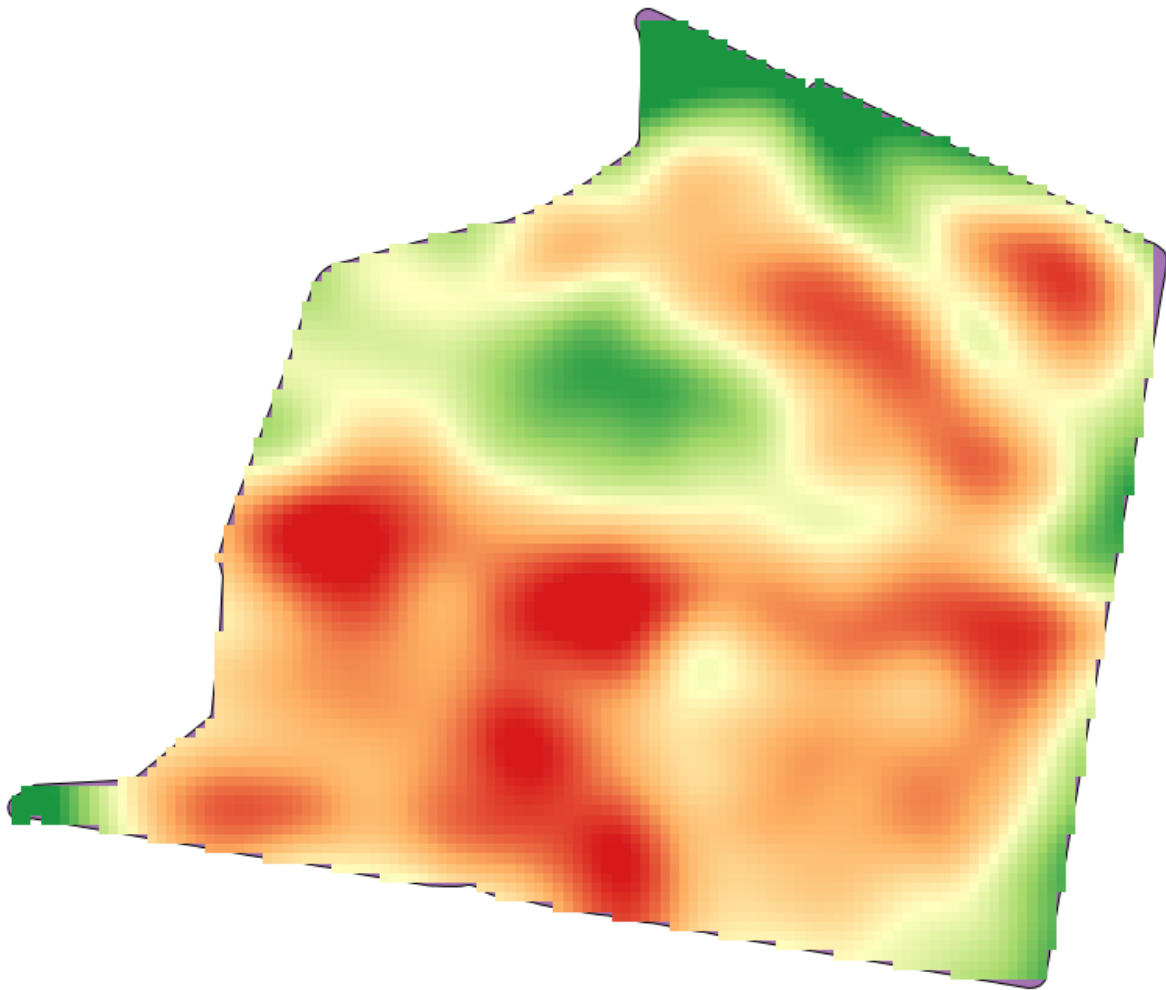
La selezione è casuale, così la tua selezione potrebbe differire dalla selezione mostrato nell'immagine qui sopra.

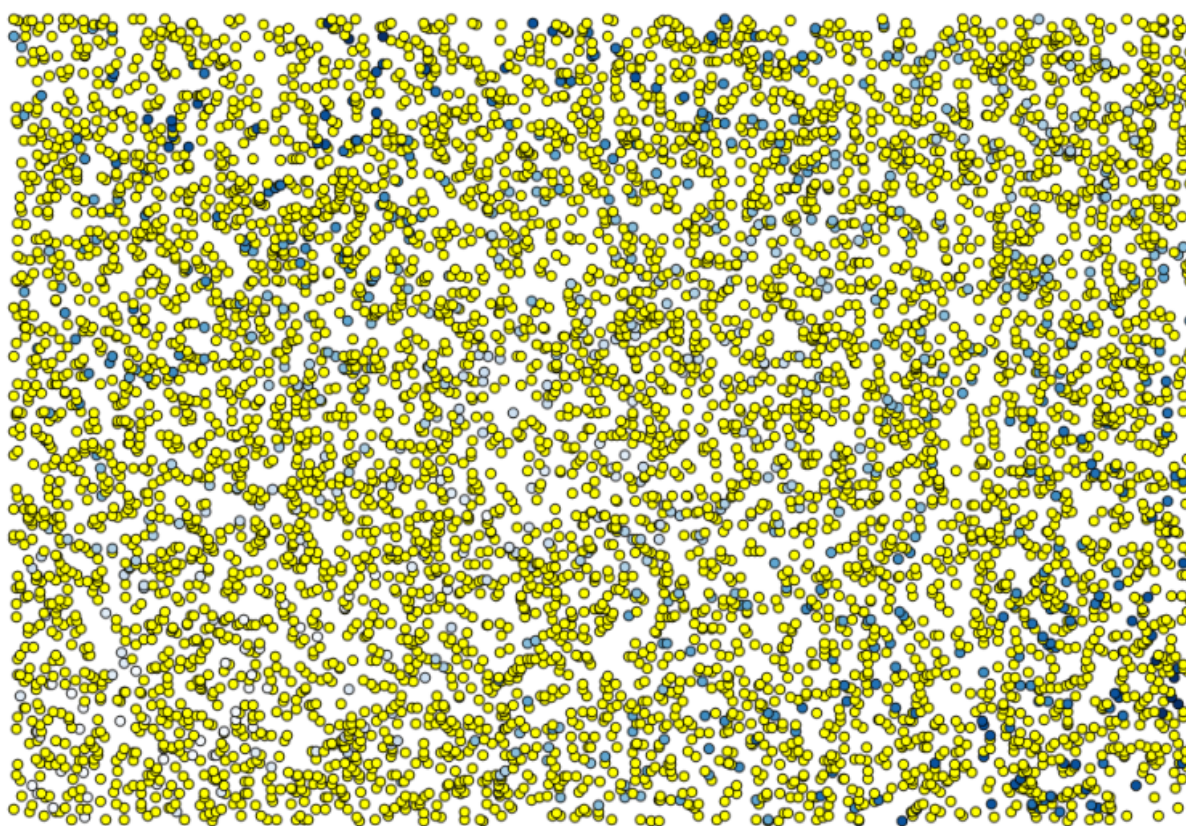
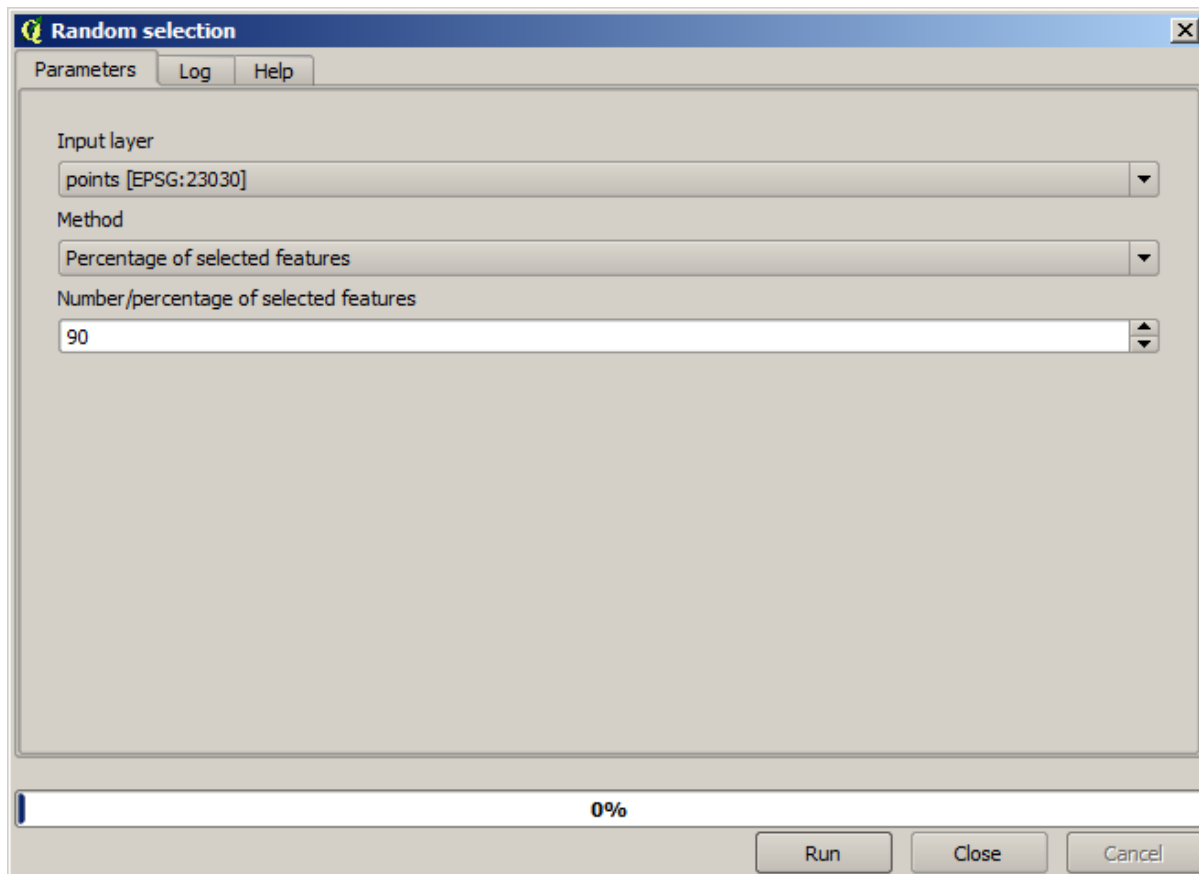
Ora esegui l'algoritmo *Shapes to grid* per ottenere il primo raster, e quindi esegui l'algoritmo *Close gaps* per riempire le celle vuote [risoluzione della cella: 100 m].

Per controllare la qualità dell'interpolazione, ora puoi utilizzare i punti che non sono stati selezionati. A questo punto, conosci l'elevazione reale (valore nello strato punti) e l'elevazione interpolato (il valore nello strato raster interpolati). Puoi confrontare le due calcolando le differenze tra questi valori.

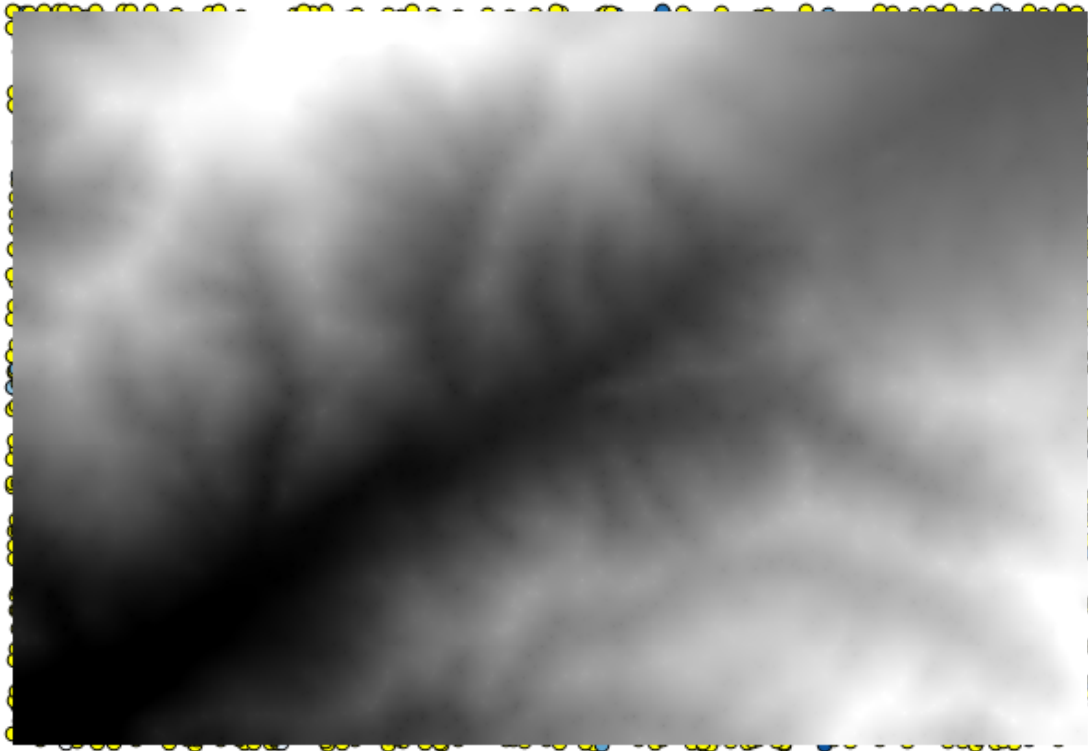












Dal momento che utilizzerai i punti che non sono stati selezionati prima, inverti la selezione.

I punti contengono i valori originali, ma non quelli interpolati. Per aggiungerli in un nuovo campo, possiamo usare l'algoritmo *Add grid values to points*.

Il raster da selezionare (l'algoritmo supporta raster multipla, ma ne abbiamo bisogno di uno solo) è il risultato dell'interpolazione. Lo hai rinominato *interpolate* e quel nome di raster è quello che userai per il nome del campo da aggiungere.

Ora hai un vettore che contiene entrambi i valori, con punti non utilizzati per l'interpolazione

Ora, userai il calcolatore di campi per questo compito. Apri l'algoritmo *Field calculator* ed eseguillo con i seguenti parametri.

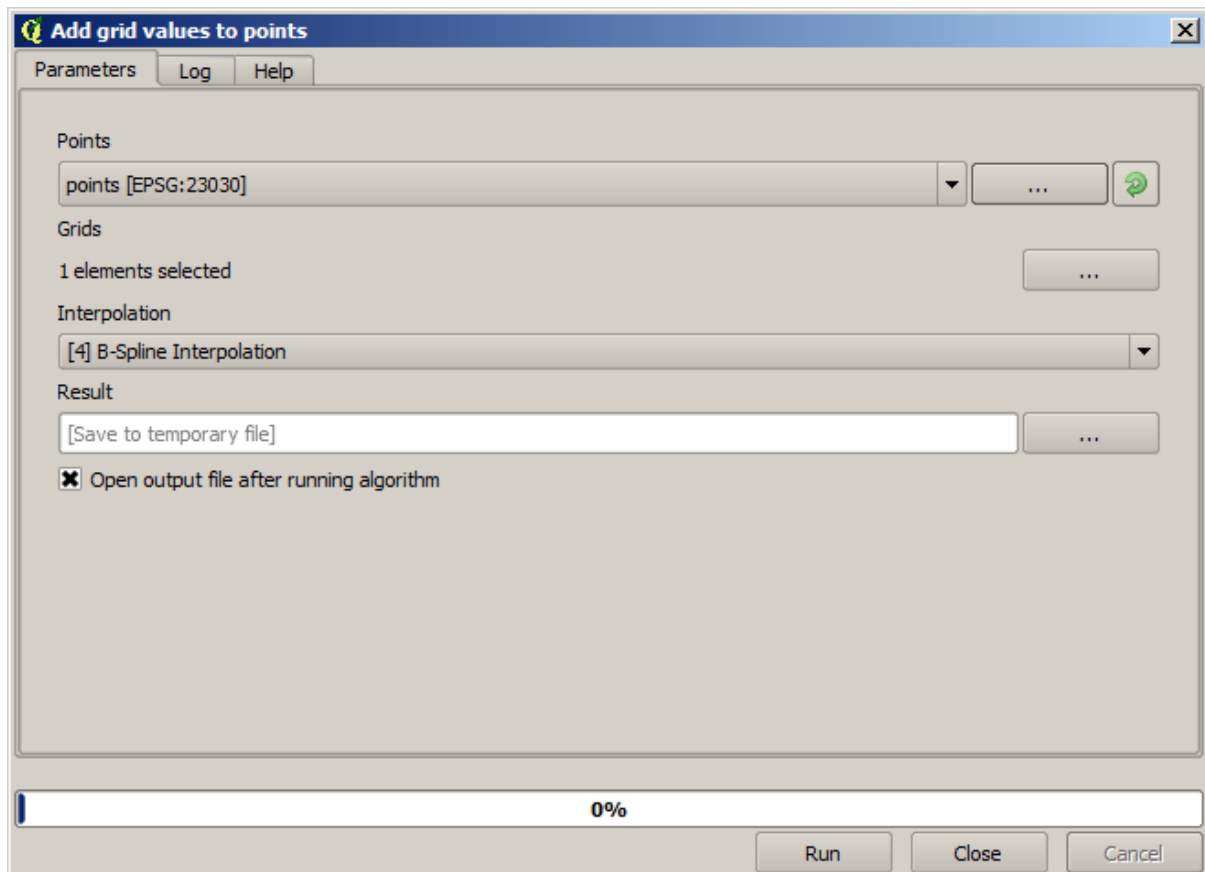
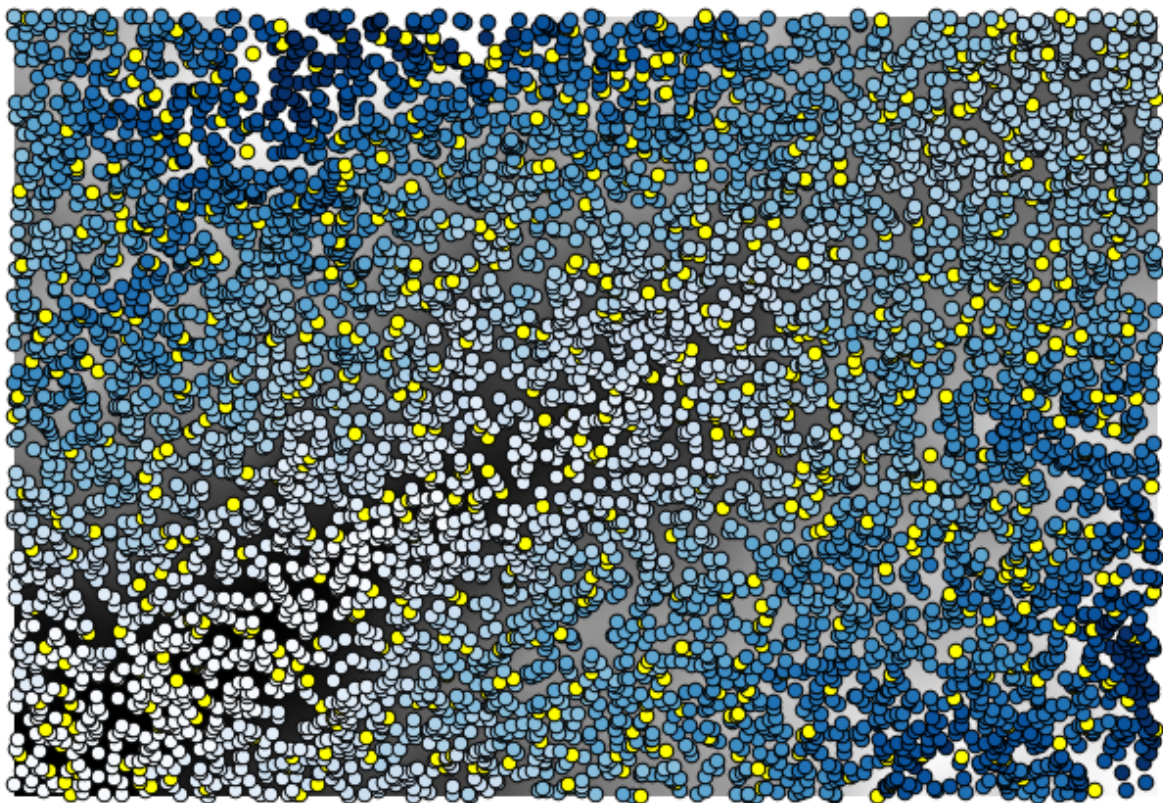
Se il tuo campo con i valori del raster ha un nome diverso, è necessario modificare la formula sopra di conseguenza. XCon l'esecuzione di questo algoritmo, otterrai un nuovo livello con solo i punti che non hai usato per l'interpolazione, ognuno dei quali contiene la differenza tra i due valori di elevazione.

Rappresentare quello strato in base al valore che ci darà una prima idea di dove si trovano le maggiori differenze.

Interpolando quello strato otterrà un raster con l'errore stimato in tutti i punti dell'area interpolata.

Puoi inoltre ottenere le stesse informazioni (differenza tra i valori dei punti di origine e quelli interpolati) direttamente con *GRASS* `v.sample`.

I tuoi risultati potrebbero differire da questi, dato che c'è una componente casuale introdotta durante l'esecuzione all'inizio di questa lezione.



Attribute table - Result :: Features total: 703, filtered: 703, selected: 0

|    | ID  | VALUE           | interpolate     |
|----|-----|-----------------|-----------------|
| 1  | 6   | 1516.0000000000 | 1452.5041504000 |
| 3  | 10  | 2096.0000000000 | 2073.7648926000 |
| 4  | 12  | 582.0000000000  | 555.3154296900  |
| 8  | 20  | 843.0000000000  | 863.3750000000  |
| 21 | 64  | 2224.0000000000 | 2136.8483887000 |
| 24 | 66  | 749.0000000000  | 753.2822265600  |
| 28 | 69  | 1635.0000000000 | 1644.0615234000 |
| 31 | 75  | 726.0000000000  | 704.6588134800  |
| 36 | 96  | 927.0000000000  | 936.9505004900  |
| 38 | 101 | 1320.0000000000 | 1305.3083496000 |
| 39 | 102 | 2170.0000000000 | 2155.5400391000 |
| 40 | 106 | 549.0000000000  | 544.8676757800  |
| 42 | 108 | 641.0000000000  | 648.3961181600  |
| 47 | 113 | 1534.0000000000 | 1525.2607422000 |
| 54 | 141 | 775.0000000000  | 757.4203491200  |
| 62 | 158 | 1915.0000000000 | 1924.1274414000 |

Show All Features

Field calculator

Parameters Log Help

Input layer: Result [EPSG:23030]

Result field name: error

Field type: Float

Field length: 10

Field precision: 5

Formula: `abs(VALUE - interpolat)`

Output layer: [Save to temporary file]

Open output file after running algorithm

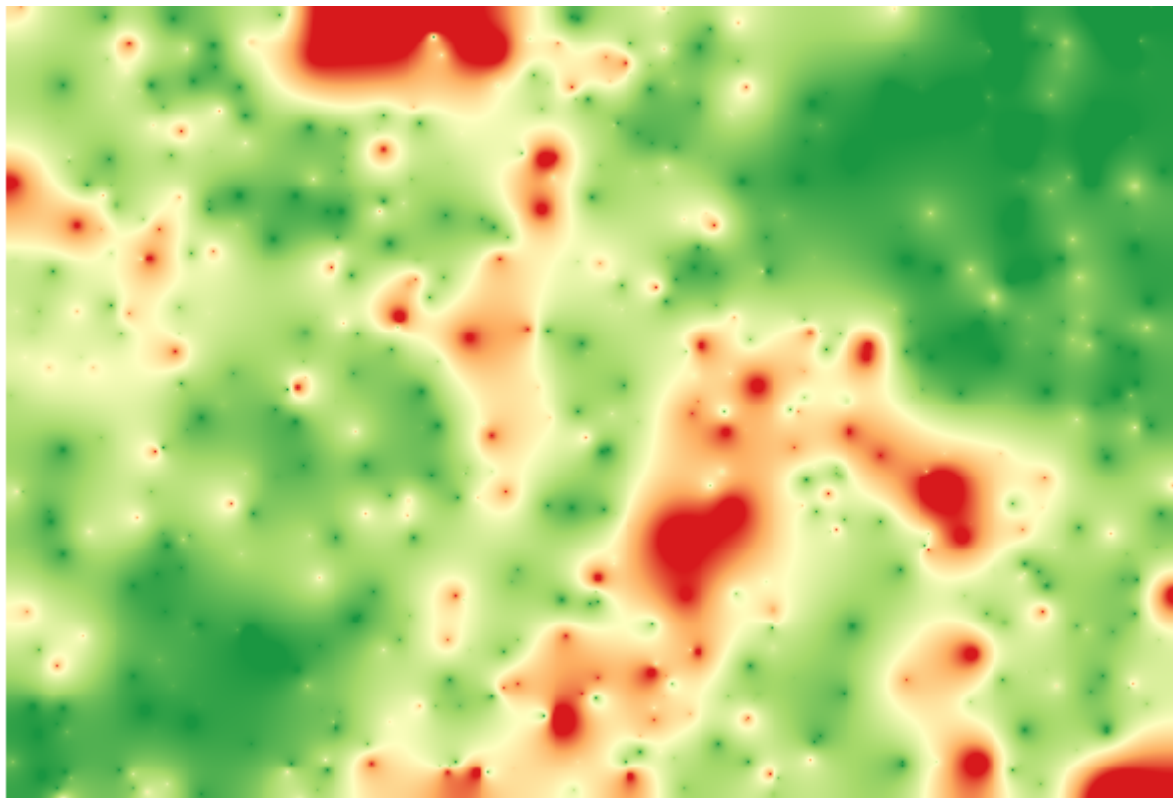
0%

Run Close Cancel

Attribute table - Output layer :: Features total: 703, filtered: 703, selected: 0

|    | ID   | VALUE           | interpolat      | error    |
|----|------|-----------------|-----------------|----------|
| 0  | 4107 | 1243.0000000000 | 1199.6501465000 | 43.34985 |
| 1  | 6    | 1516.0000000000 | 1452.5041504000 | 63.49585 |
| 2  | 4112 | 1594.0000000000 | 1590.4835205000 | 3.51648  |
| 3  | 10   | 2096.0000000000 | 2073.7648926000 | 22.23511 |
| 4  | 12   | 582.0000000000  | 555.3154296900  | 26.68457 |
| 5  | 4121 | 1101.0000000000 | 1103.0323486000 | 2.03235  |
| 6  | 6176 | 1258.0000000000 | 1260.9846191000 | 2.98462  |
| 7  | 4125 | 1241.0000000000 | 1225.0878906000 | 15.91211 |
| 8  | 20   | 843.0000000000  | 863.3750000000  | 20.37500 |
| 9  | 6179 | 1195.0000000000 | 1198.4991455000 | 3.49915  |
| 10 | 2075 | 1786.0000000000 | 1799.5468750000 | 13.54688 |
| 11 | 4133 | 1196.0000000000 | 1156.2314453000 | 39.76855 |
| 12 | 6188 | 1720.0000000000 | 1724.4638672000 | 4.46387  |
| 13 | 6189 | 1497.0000000000 | 1498.2706299000 | 1.27063  |
| 14 | 6191 | 1349.0000000000 | 1347.5555420000 | 1.44446  |
| 15 | 2086 | 1277.0000000000 | 1296.1885986000 | 19.18860 |

Show All Features



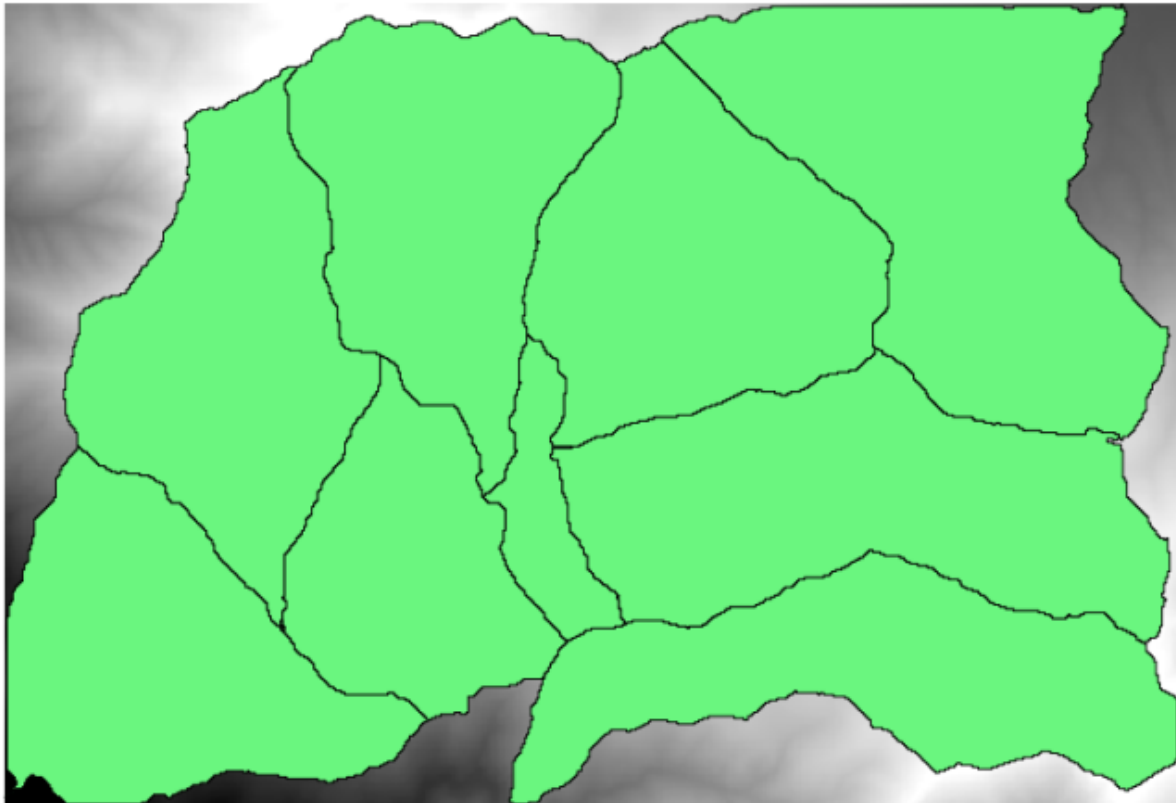


## 17.24 Iterative execution of algorithms

**Nota:** This lesson shows a different way of executing algorithms that use vector layers, by running them repeatedly, iterating over the features in an input vector layer

We already know the graphical modeler, which is one way of automating processing tasks. However, in some situations, the modeler might not be what we need to automate a given task. Let's see one of those situations and how to easily solve it using a different functionality: the iterative execution of algorithms.

Open the data corresponding to this chapter. It should look like this.



You will recognize our well-known DEM from previous chapters and a set of watersheds extracted from it. Imagine that you need to cut the DEM into several smaller layers, each of them containing just the elevation data corresponding to a single watershed. That will be useful if you later want to calculate some parameters related to each watershed, such as its mean elevation or its hypsographic curve.

This can be a lengthy and tedious task, especially if the number of watersheds is large. However, it is a task that can be easily automated, as we will see.

The algorithm to use for clipping a raster layer with a polygon layer is called *Clip raster with polygons*, and has the following parameters dialog.

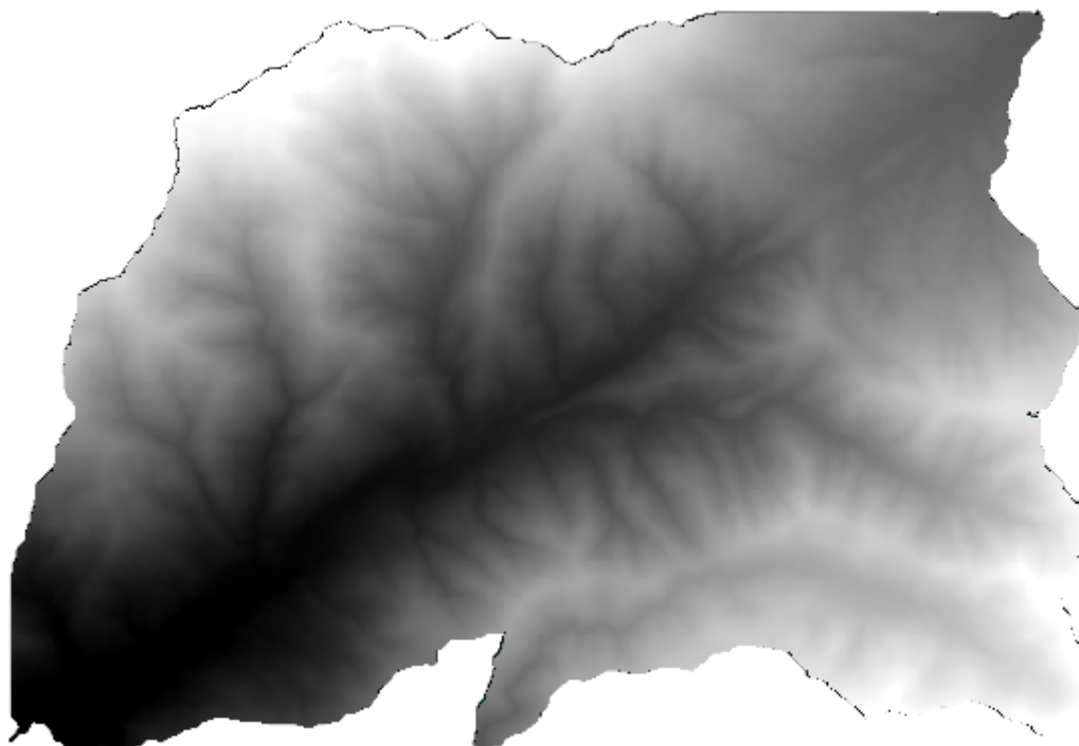
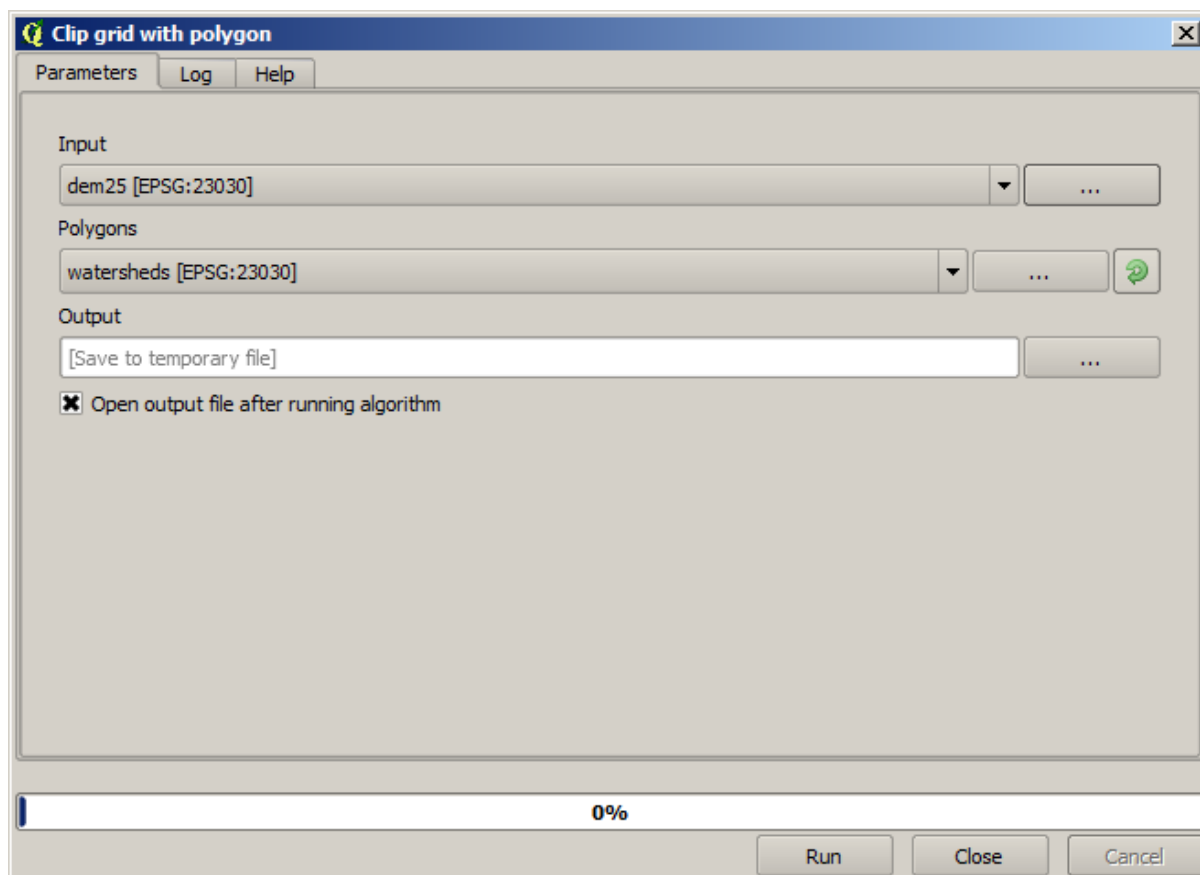
You can run it using the watersheds layer and the DEM as input, and you will get the following result.

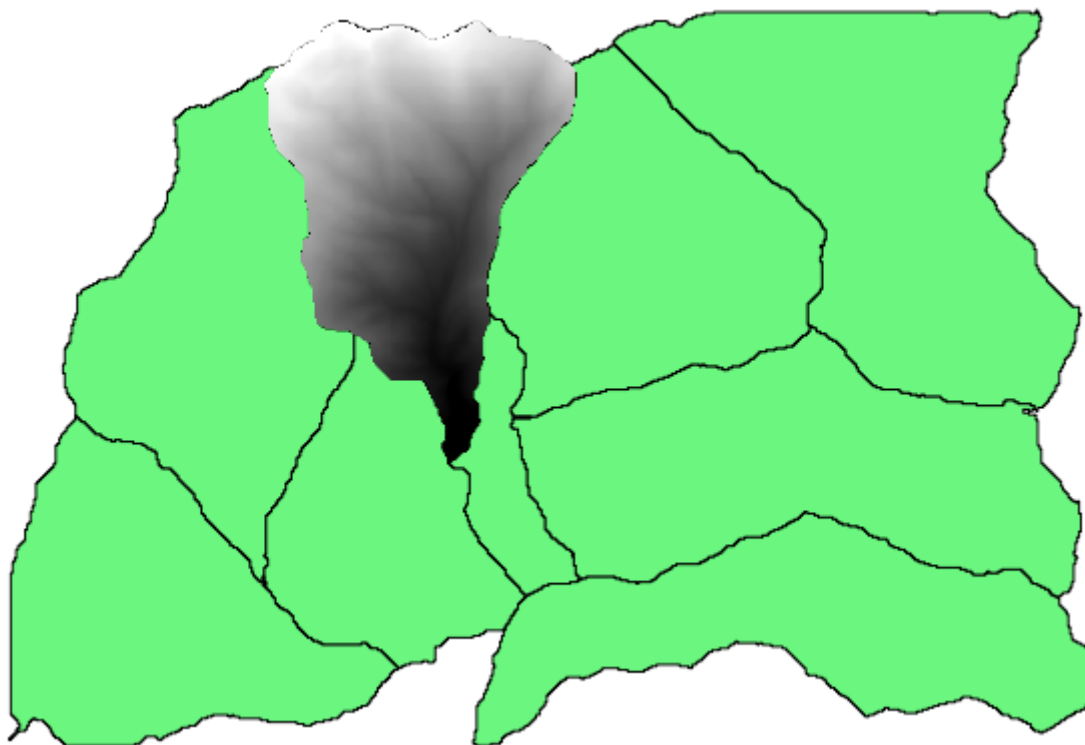
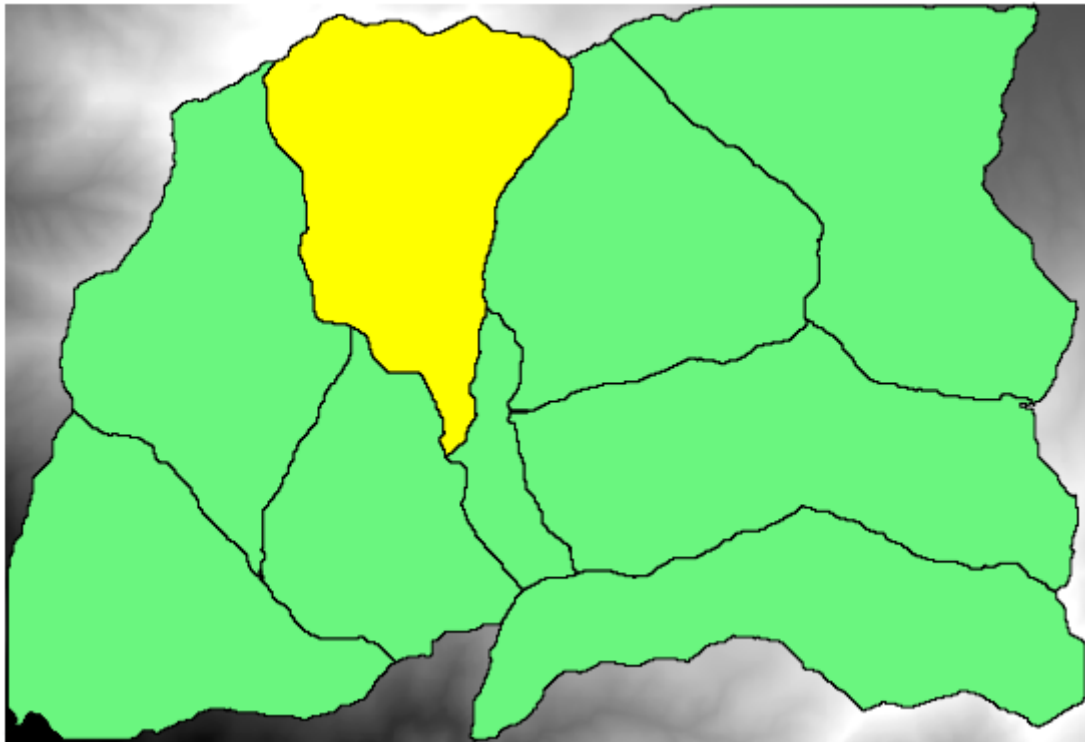
As you can see, the area covered by all the watershed polygons is used.

You can have the DEM clipped with just a single watershed by selecting the desired watershed and then running the algorithm as we did before.

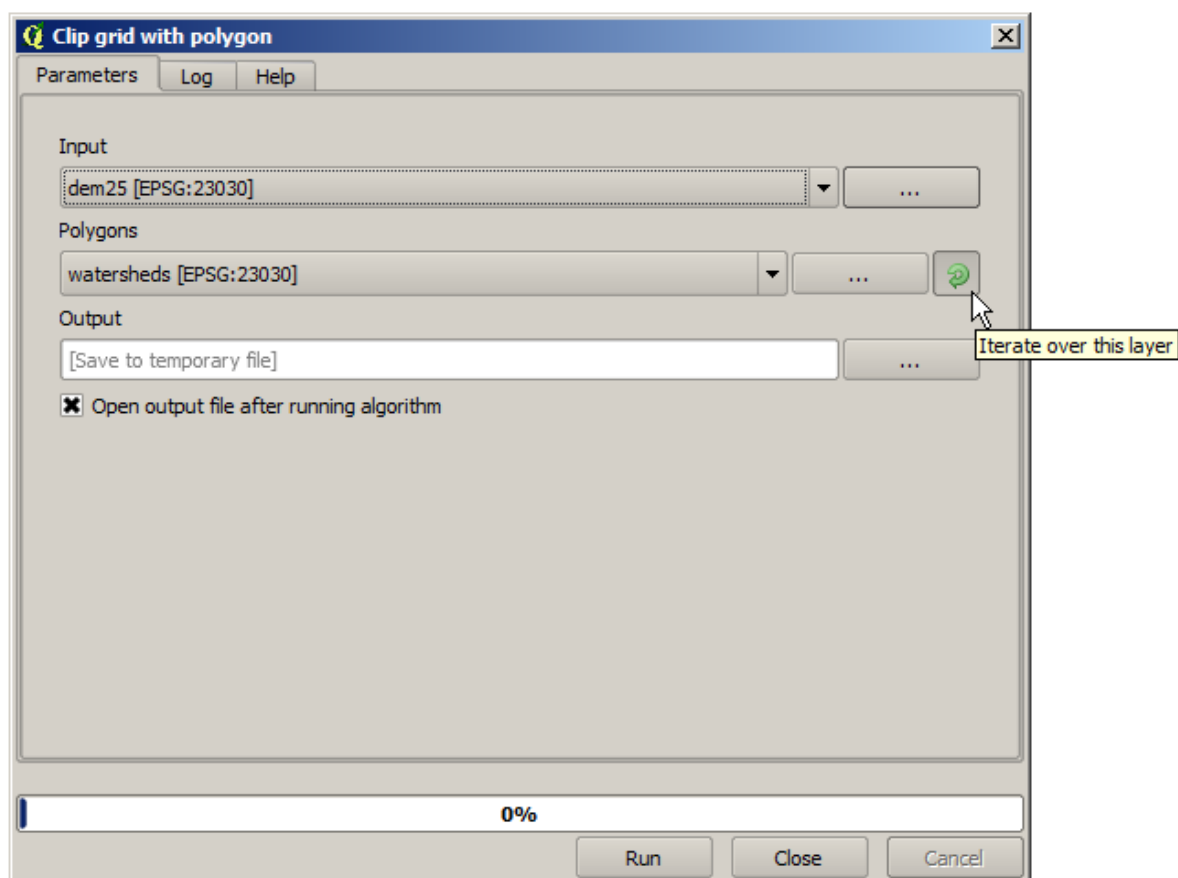
Since only selected features are used, only the selected polygon will be used to crop the raster layer.

Doing this for all the watersheds will produce the result we are looking for, but it doesn't look like a very practical way of doing it. Instead, let's see how to automate that *select and crop* routine.





First of all, remove the previous selection, so all polygons will be used again. Now open the *Clip raster with polygon* algorithm and select the same inputs as before, but this time click on the button that you will find in the right-hand side of the vector layer input where you have selected the watersheds layer.



This button will cause the selected input layer to be split into as many layer as feature are found in it, each of them containing a single polygon. With that, the algorithm will be called repeatedly, one for each one of those single-polygon layers. The result, instead of just one raster layer in the case of this algorithm, will be a set of raster layers, each one of them corresponding to one of the executions of the algorithm.

Here's the result that you will get if you run the clipping algorithm as explained.

For each layer, the black and white color palette, (or whatever palette you are using), is adjusted differently, from its minimum to its maximum values. That's the reason why you can see the different pieces and the colors do not seem to match in the border between layers. Values, however, do match.

If you enter an output filename, resulting files will be named using that filename and a number corresponding to each iteration as suffix.

## 17.25 More iterative execution of algorithms

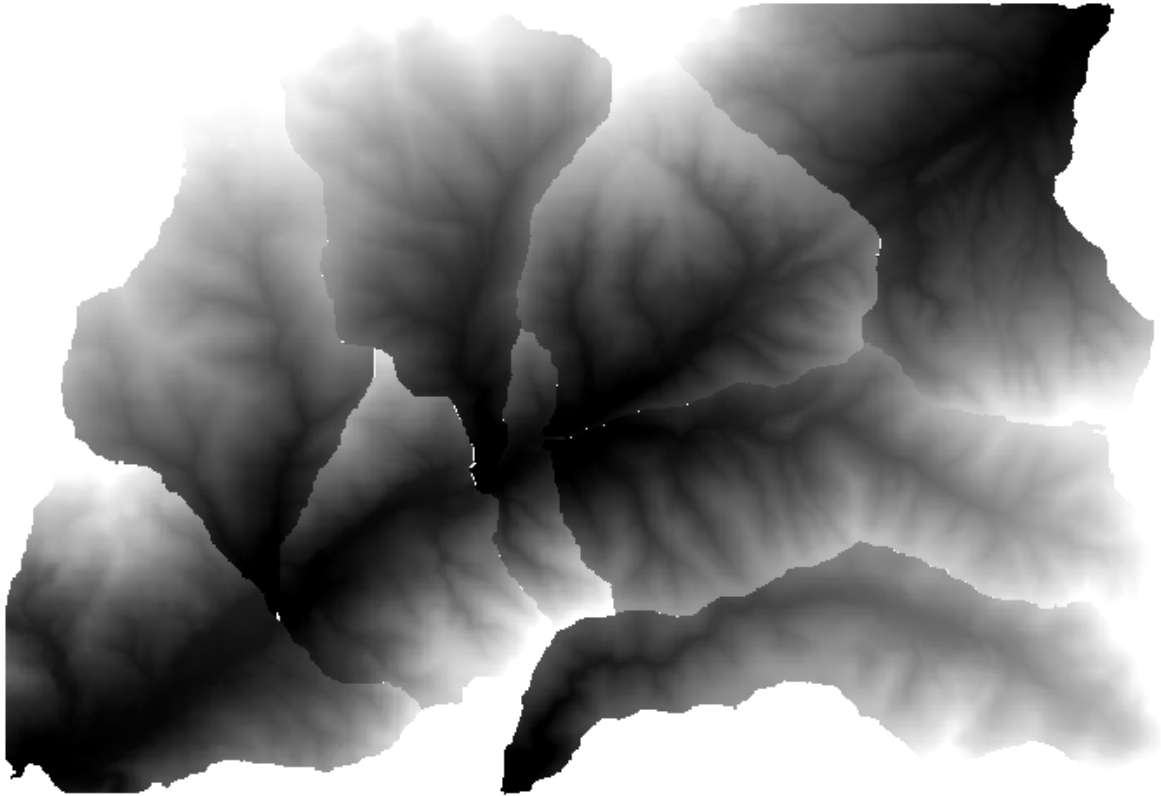
---

**Nota:** This lesson shows how to combine the iterative execution of algorithms with the modeler to get more automation.

---

The iterative execution of algorithms is available not just for built-in algorithms, but also for the algorithms that you can create yourself, such as models. We are going to see how to combine a model and the iterative execution of algorithms, so we can obtain more complex results with ease.





The data we are going to use for this lesson is the same one that we already used for the last one. In this case, instead of just clipping the DEM with each watershed polygon, we will add some extra steps and calculate a hypsometric curve for each of them, to study how elevation is distributed within the watershed.

Since we have a workflow that involves several steps (clipping + computing the hypsometric curve), we should go to the modeler and create the corresponding model for that workflow.

You can find the model already created in the data folder for this lesson, but it would be good if you first try to create it yourself. The clipped layer is not a final result in this case, since we are just interested in the curves, so this model will not generate any layers, but just a table with the curve data.

The model should look like this:

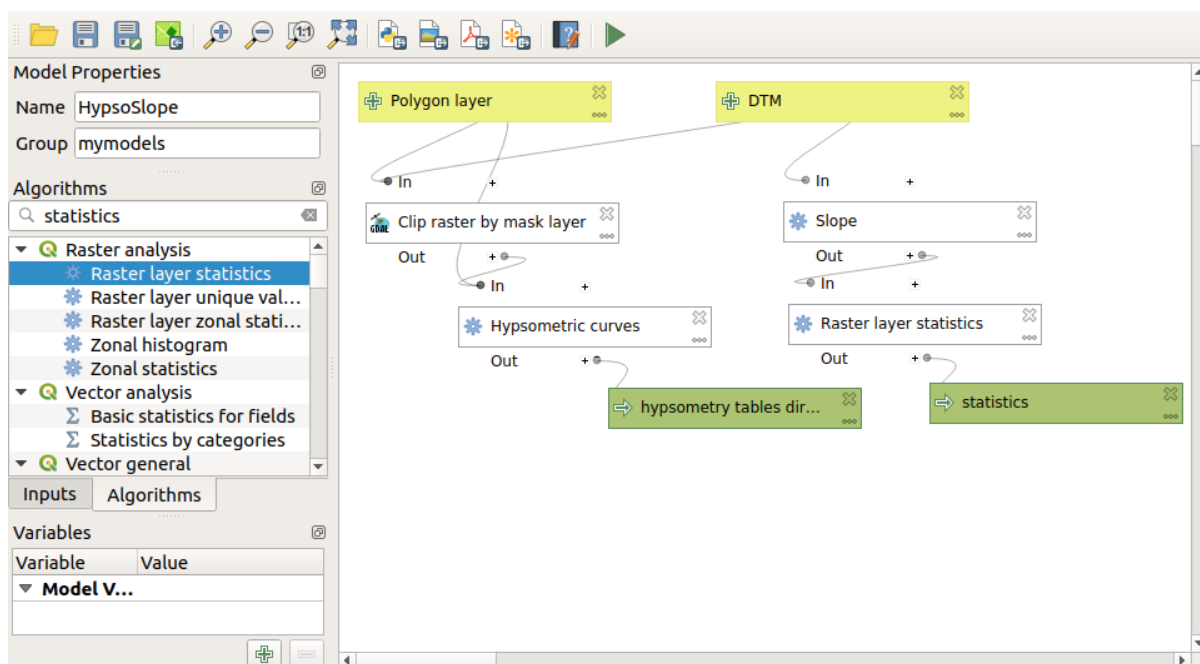
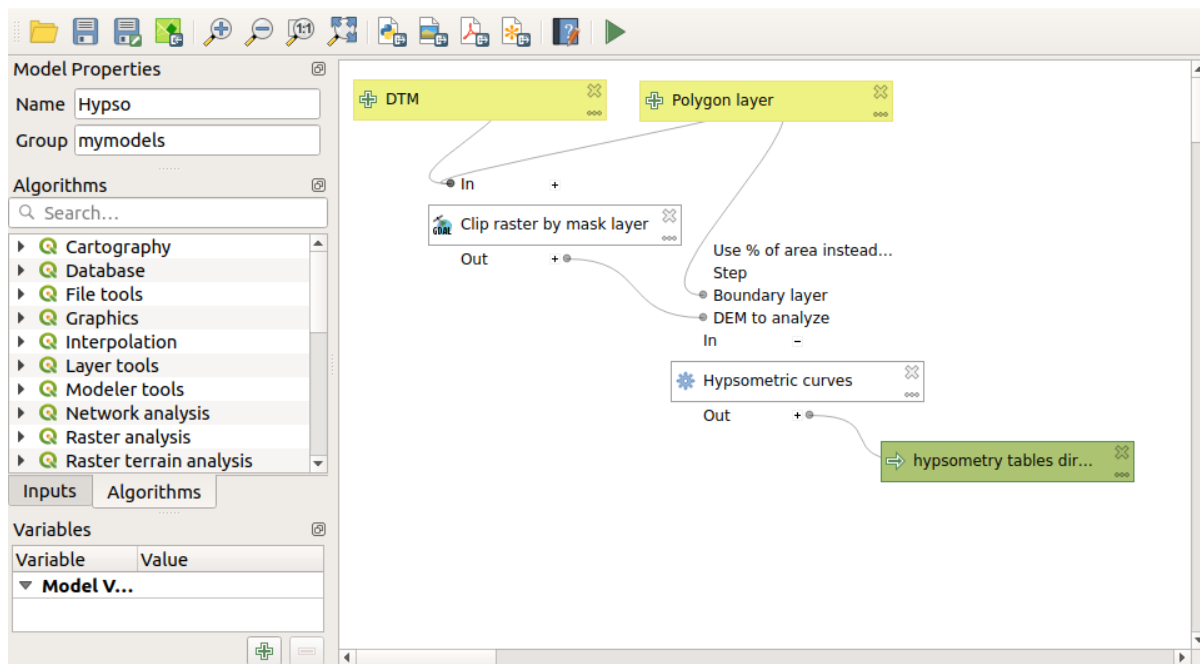
Add the model to your models folder, so it is available in the toolbox, and execute it.

Select the DEM and watershed basins.

The algorithm will generate tables for all the basins and place them in the output directory.

We can make this example more complex by extending the model and computing some slope statistics. Add the *Slope* algorithm to the model, and then the *Raster statistics* algorithm, which should use the slope output as its only input.

If you now run the model, apart from the tables you will get a set of pages with statistics. These pages will be available in the results dialog.

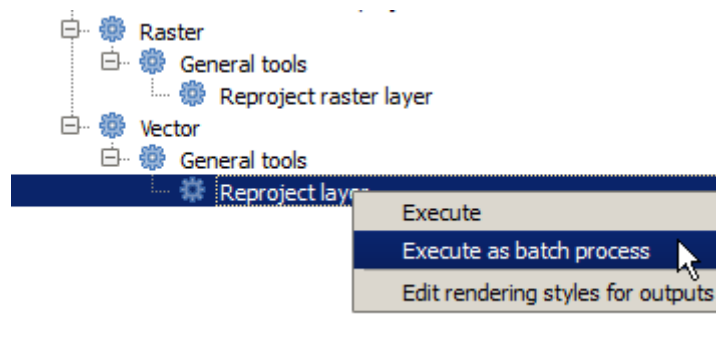


## 17.26 L'interfaccia per i processi in serie

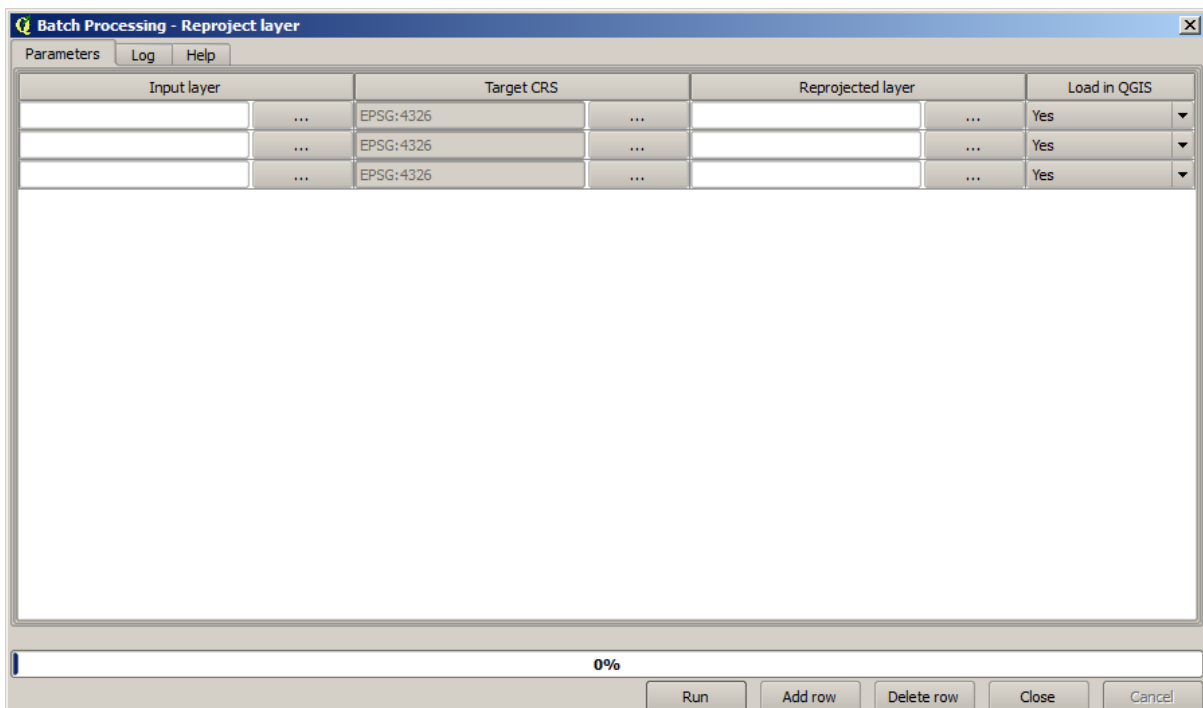
**Nota:** Questa lezione introduce l'interfaccia per i processi in serie, che permette di eseguire un singolo algoritmo con una serie di valori in ingresso differenti.

Sometimes a given algorithm has to be executed repeatedly with different inputs. This is, for instance, the case when a set of input files have to be converted from one format to another, or when several layers in a given projection must be converted into another projection.

In questo caso, richiamare ripetutamente l'algoritmo negli strumenti non è la migliore opzione. Invece, dovrebbe essere utilizzata l'interfaccia per i processi in serie, che semplifica enormemente l'esecuzione multipla di un dato algoritmo. Per eseguire un algoritmo come un processo in serie, cercalo negli strumenti e, invece di fare doppio-click su di esso, fai click con il tasto destro e seleziona *Esegui come processo in serie*.



Per questo esempio, useremo l'algoritmo *Riproiezione*, per cui cercalo e applica quanto descritto sopra. Comparirà la seguente finestra di dialogo.

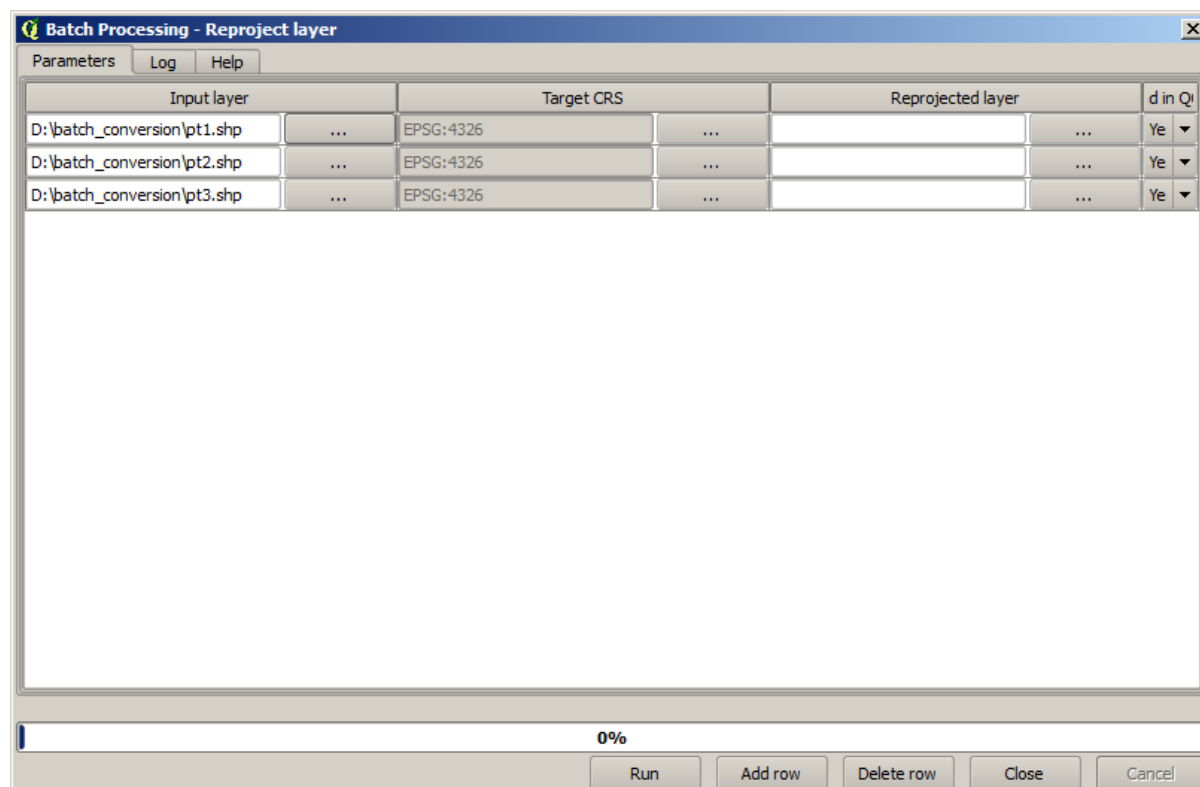


Se dai un'occhiata ai dati per questa lezione, vedrai che contengono un insieme di tre shapefile, ma non il file di progetto QGIS. Questo perché, quando l'algoritmo è eseguito come un processo in serie, i vettori in ingresso possono essere selezionati o dal progetto QGIS corrente o dai file. Ciò rende più facile processare un grande quantitativo di vettori, come, per esempio, tutti i vettori in una data cartella.

Ogni riga nella tabella della finestra di dialogo per i processi in serie rappresenta una singola esecuzione dell'algoritmo. Le celle in ogni riga corrispondono ai parametri richiesti dall'algoritmo, i quali non sono disposti uno sopra l'altro, come nella tipica finestra di dialogo per una esecuzione singola, ma orizzontalmente lungo essa.

La definizione del processo in serie da eseguire è fatta riempiendo la tabella con i valori corrispondenti, e la finestra di dialogo stessa contiene diversi strumenti per rendere tale operazione più facile.

Iniziamo a riempire i campi uno per uno. La prima colonna da riempire è quella del *vettore in ingresso*. Invece di inserire i nomi di ogni vettore che vogliamo processare, puoi selezionarli tutti e lasciare che sia la finestra di dialogo a inserirli in ogni riga. Clicca sul pulsante nella cella in alto a sinistra e, nella finestra di dialogo di selezione file che apparirà, seleziona i tre file da riproiettare. Siccome soltanto uno di essi è necessario per ogni riga, quelli rimanenti saranno utilizzati per riempire le righe sottostanti.



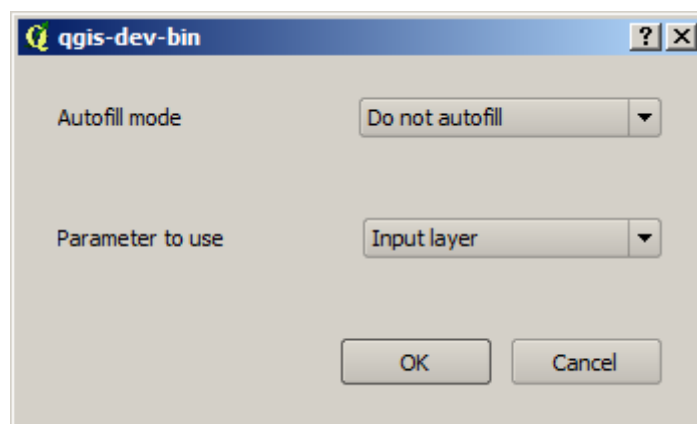
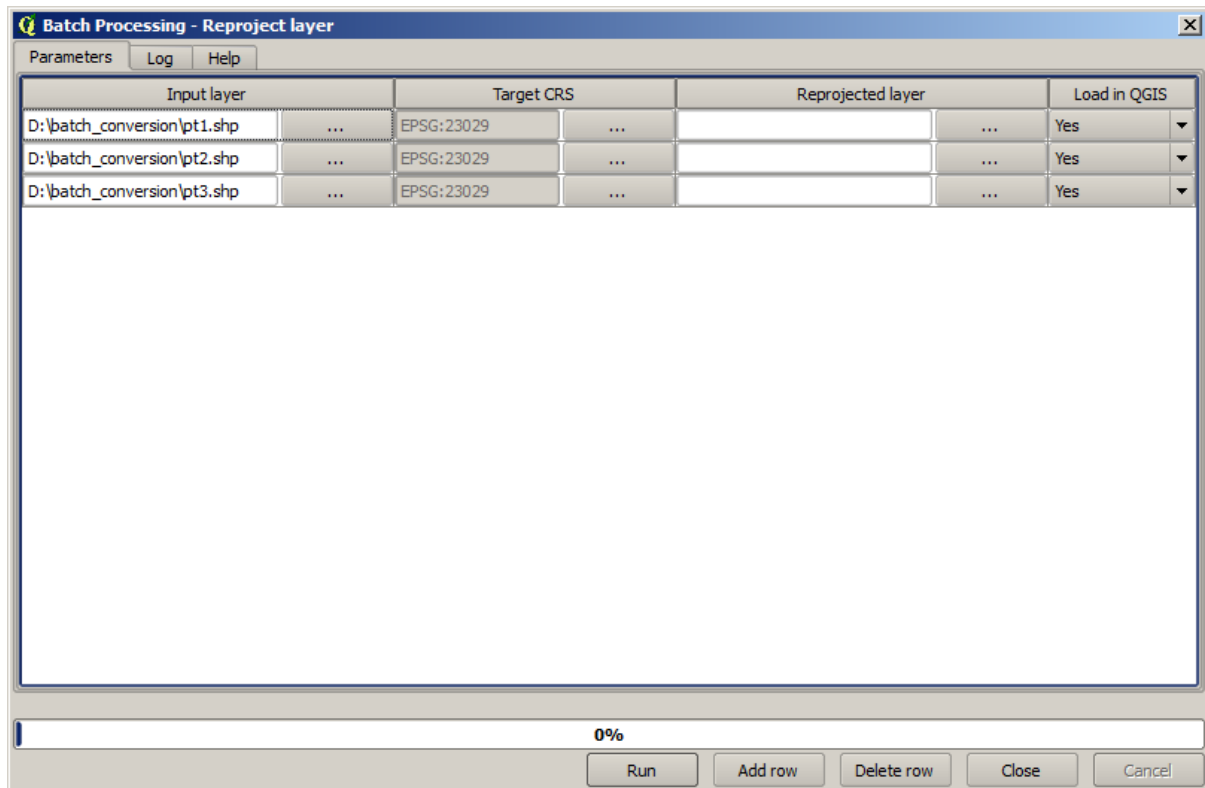
Il numero predefinito di righe è pari a 3, che è esattamente il numero di vettori che dobbiamo convertire ma, se selezioni più vettori, saranno aggiunte nuove righe automaticamente. Se vuoi riempire i campi manualmente, puoi aggiungere più righe utilizzando il pulsante *Aggiungi riga*.

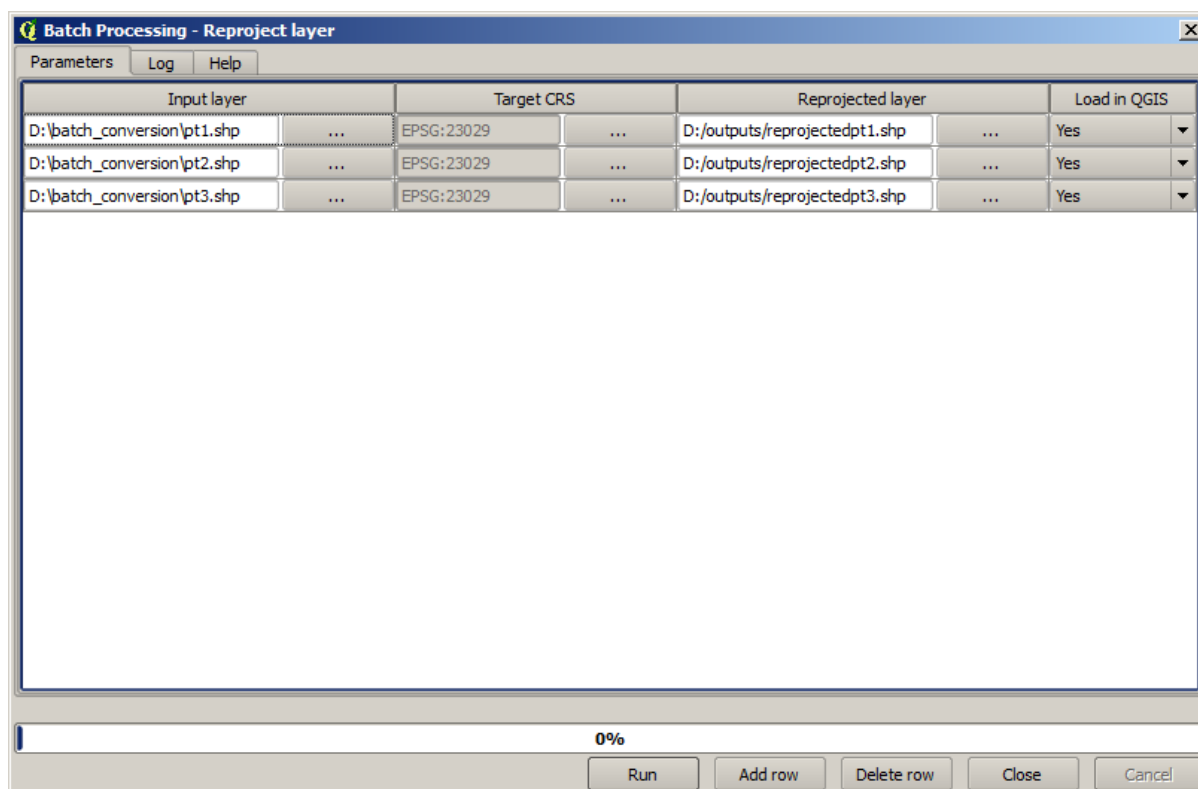
Dovremo convertire tutti questi layer nel CRS EPSG:23029, per cui dobbiamo selezionare tale CRS nel secondo campo. Volendo utilizzare lo stesso per tutte le righe, non dobbiamo ripetere la stessa procedura per ogni riga. Piuttosto, seleziona il CRS per la prima riga (la prima in alto) usando il pulsante nella cella corrispondente, e in seguito fai doppio click sull'intestazione della colonna. Ciò avrà come conseguenza il riempimento di tutte le celle nella colonna utilizzando il valore della colonna in cima.

Infine, dobbiamo selezionare un file in uscita per ogni esecuzione, che conterrà il vettore riproiettato corrispondente. Di nuovo, eseguiamo l'operazione soltanto sulla prima riga. Clicca sul pulsante nella cella più in alto e, nella cartella in cui vorrai salvare i tuoi file in uscita, inserisci un nome file (per esempio, *riproiettato.shp*).

Adesso, quando clicchi *OK* nella finestra di dialogo di selezione file, il file non sarà automaticamente scritto nella cella, ma sarà mostrato un riquadro come quello mostrato di seguito.

Se selezioni la prima opzione, sarà riempita soltanto la cella corrente. Se selezioni una qualunque delle altre opzioni, tutte le celle saranno riempite con un certo schema. In questo caso, selezioniamo l'opzione *Riempi con i valori del parametro*, e poi il valore *Vettore in Ingresso* nel menu a tendina sotto. Ciò farà sì che il valore in *Vettore in Ingresso* (che è il nome del vettore) venga aggiunto al nome file che abbiamo definito, rendendo ogni nome file in uscita diverso. La tabella per i processi in serie dovrebbe ora apparire in questo modo.





L'ultima colonna definisce se aggiungere o meno il vettore risultante al progetto QGIS corrente. Lascia l'opzione *Si* predefinita, in modo tale da vedere i tuoi risultati in questo caso.

Clicca su *OK* e il processo in serie sarà eseguito. Se tutto funziona bene, tutti i tuoi vettori saranno processati, e 3 nuovi vettori saranno creati.

## 17.27 I modelli nell'interfaccia per i processi in serie

**Avvertimento:** Attenzione, questo capitolo non è completamente testato, per cui segnala qualunque problema; le immagini sono mancanti

**Nota:** Questa lezione mostra un altro esempio dell'interfaccia per i processi in serie, ma questa volta utilizzando un modello invece di un algoritmo integrato

I modelli funzionano come un qualunque altro algoritmo, e possono essere utilizzati nell'interfaccia per i processi in serie. Per dimostrare ciò, ecco un breve esempio di quello che possiamo fare utilizzando il nostro ormai ben noto modello idrologico.

Assicurati di aver aggiunto il tuo modello negli strumenti, e poi esegui nella modalità in serie. Ecco come la finestra di dialogo per i processi in serie dovrebbe apparire.

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

Aggiungi righe fino a un totale di 5. Seleziona il file DEM corrispondente a questa lezione come file in ingresso per ognuno di esse. In seguito, inserisci 5 diversi valori limite come mostrato di seguito.

**Avvertimento:** da fare: Aggiungi immagine

Come puoi notare, l'interfaccia per i processi in serie può essere eseguita non solo per lanciare lo stesso processo su set di dati differenti, ma anche sullo stesso set di dati con diversi parametri.

Fare clic su *OK* e si dovrebbero ottenere 5 nuovi layer con bacini idrografici corrispondenti ai 5 valori di soglia specificati.

## 17.28 Script agganciati pre e post esecuzione

**Nota:** This lesson shows how to use pre- and post-execution hooks, which allow to perform additional operations before and after actual processing.

Pre- and post-execution hooks are Processing scripts that run before and after actual data processing is performed. This can be used to automate tasks that should be performed whenever an algorithm is executed.

The syntax of the hooks is identical to the syntax of Processing scripts, see the corresponding [chapter](#) in the QGIS User Guide for more details.

In addition to all scripts features, in hooks you can use a special global variable named `alg`, which represents the algorithm that has just been (or is about to be) executed.

Here is an example post-execution script. By default, Processing stores analysis results in temporary files. This script will copy outputs to a specific directory, so they won't be deleted after closing QGIS.

```
import os
import shutil
from processing.core.outputs import OutputVector, OutputRaster, OutputFile

MY_DIRECTORY = '/home/alex/outputs'

for output in alg.outputs:
    if isinstance(output, (OutputVector, OutputRaster, OutputFile)):
        dirname = os.path.split(output.value)[0]
        shutil.copytree(dirname, MY_DIRECTORY)
```

In the first two lines we import the required Python packages: `os` — for path manipulations, e.g. extracting file name, and `shutil` — for various filesystem operations like copying files. In the third line we import Processing outputs. This will be explained in more detail later in this lesson.

Then we define a `MY_DIRECTORY` constant, which is the path to the directory where we want to copy analysis results.

At the end of the script, we have the main hook code. In the loop we iterate over all algorithm outputs and check if this output is a file-based output and can be copied. If so, we determine top-level directory in which output files are located and then copy all files to our directory.

To activate this hook we need to open the Processing options, find the entry named *Post-execution script file* in the *General* group, and specify the filename of the hook script there. the specified hook will be executed after each Processing algorithm.

In a similar way, we can implement pre-execution hooks. For example, let's create a hook to check input vectors for geometry errors.

```
from qgis.core import QgsGeometry, QgsFeatureRequest
from processing.core.parameters import ParameterVector

for param in alg.parameters:
```

(continues on next page)

(continua dalla pagina precedente)

```

if isinstance(param, ParameterVector):
    layer = processing.getObject(param.value)
    for f in layer.getFeatures(QgsFeatureRequest().setSubsetOfAttributes([])):
        errors = f.geometry().validateGeometry()
        if len(errors) > 0:
            progress.setInfo('One of the input vectors contains invalid
↳ geometries!')

```

As in the previous example, first we import required QGIS and Processing packages.

Then we iterate over all the algorithm parameters and if a `ParameterVector` parameter is found, we get the corresponding vector layer object from it. We loop over all the features of the layer and check them for geometry errors. If at least one feature contains an invalid geometry, we print a warning message.

To activate this hook we need enter its filename in the *Pre-execution script file* option in the Processing configuration dialog. The hook will be executed before running any Processing algorithm.

## 17.29 Other programs

Modulo contribuito da Paolo Cavallini - [Faunalia](#)

---

**Nota:** This chapter shows how to use additional programs from inside Processing. To complete it, you must have installed, with the tools of your operating system, the relevant packages.

---

### 17.29.1 GRASS

GRASS is a free and open source GIS software suite for geospatial data management and analysis, image processing, graphics and maps production, spatial modeling, and visualization.

It is installed by default on Windows through the OSGeo4W standalone installer (32 and 64 bit), and it is packaged for all major Linux distributions.

### 17.29.2 R

R is a free and open source software environment for statistical computing and graphics.

It has to be installed separately, together with a few necessary libraries (**LIST**). To enable the use of R in QGIS, the *Processing R Provider* plugin must also be installed.

The beauty of Processing implementation is that you can add your own scripts, simple or complex ones, and they may then be used as any other module, piped into more complex workflows, etc.

Test some of the preinstalled examples, if you have R already installed (remember to activate R modules from the General configuration of Processing).



### 17.29.3 Others

LASTools is a set of mixed, free and proprietary commands to process and analyze LiDAR data. Availability in various operating system varies.

More tools are available through additional plugins, e.g.:

- **LecoS**: a suite for land cover statistics and landscape ecology
- **lwgeom**: formerly part of PostGIS, this library brings a few useful tools for geometry cleanup
- **Animove**: tools to analyse the home range of animals.

More will come.

### 17.29.4 Comparison among backends

#### Buffers and distances

Let's load `points.shp` and type `buf` in the filter of the Toolbox, then double click on:

- *Fixed distance buffer*: Distance 10000
- *Variable distance buffer*: Distance field SIZE
- *v.buffer.distance*: distance 10000
- *v.buffer.column*: bufcolumn SIZE
- *Shapes Buffer*: fixed value 10000 (dissolve and not), attribute field (with scaling)

See how speed is quite different, and different options are available.

**Exercise for the reader**: find the differences in geometry output between different methods.

Now, raster buffers and distances:

- first, load and rasterize the vector `rivers.shp` with *GRASS* `v.to.rast.value`; **beware**: cell size must be set to 100 m, otherwise the computation time will be enormous; resulting map will have 1 and NULLs
- same, with *SAGA* `Shapes to Grid` `COUNT` (resulting map: 6 to 60)
- then, *proximity* (value= 1 for GRASS, a list of rivers ID for SAGA), *r.buffer* with parameters 1000,2000,3000, *r.grow.distance* (the first of the two maps; the second will show the areas pertaining to each river, if done on the SAGA raster).

#### Dissolve

Dissolve features based on a common attribute:

- *GRASS* `v.dissolve` `municipalities.shp` on PROVINCIA
- *QGIS* `Dissolve` `municipalities.shp` on PROVINCIA
- *OGR* `Dissolve` `municipalities.shp` on PROVINCIA
- *SAGA* `Polygon Dissolve` `municipalities.shp` on PROVINCIA (**NB**: *Keep inner boundaries* must be unselected)

---

**Nota**: The last one is broken in SAGA <=2.10

---

**Exercise for the reader**: find the differences (geometry and attributes) between different methods.

## 17.30 Interpolation and contouring

Modulo contribuito da Paolo Cavallini - [Faunalia](#)

---

**Nota:** This chapter shows how to use different backends to calculate different interpolations.

---

### 17.30.1 Interpolazione

The project shows a gradient in rainfall, from south to north. Let's use different methods for interpolation, all based on vector `points.shp`, parameter `RAIN`:

**Avvertimento:** Set cell size to 500 for all analyses.

- GRASS [v.surf.rst](#)
- SAGA [Multilevel B-Spline Interpolation](#)
- SAGA [Inverse Distance Weighted](#) [Inverse distance to a power; Power: 4; Search radius: Global; Search range: all points]
- GDAL [Grid \(Inverse Distance to a power\)](#) [Power:4]
- GDAL [Grid \(Moving average\)](#) [Radius1&2: 50000]

Then measure variation among methods and correlate it with distance to points:

- GRASS [r.series](#) [Unselect Propagate NULLs, Aggregate operation: stddev]
- GRASS [v.to.rast.value](#) on `points.shp`
- GDAL [Proximity](#)
- GRASS [r.covar](#) to show the correlation matrix; check the significance of the correlation e.g. with <http://vassarstats.net/rsig.html>.

Thus, areas far from points will have less accurate interpolation.

### 17.30.2 Contour

Various methods to draw contour lines [always step= 10] on the `stddev` raster:

- GRASS [r.contour.step](#)
- GDAL [Contour](#)
- SAGA [Contour lines from grid](#) [**NB:** in some older SAGA versions, output shp is not valid, known bug]

## 17.31 Vector simplification and smoothing

Modulo contribuito da Paolo Cavallini - [Faunalia](#)

---

**Nota:** This chapter shows how simplify vectors, and smooth out sharp corners.

---

Sometimes we need a simplified version of a vector, to have a smaller file size and get rid of unnecessary details. Many tools do this in a very rough way, and miss the adjacency and sometimes the topological correctness of polygons. GRASS is the ideal tool for this: being a topological GIS, adjacency and correctness are preserved even at very high

simplification levels. In our case, we have a vector resulting from a raster, thus showing a «saw» pattern at borders. Applying a simplification results in straight lines:

- GRASS `v.generalize` [Maximal tolerance value: 30 m]

We can also do the reverse, and make a layer more complex, smoothing out sharp corners:

- GRASS `v.generalize` [method: chaiken]

Try to apply this second command both to original vector and to the one from the first analysis, and see the difference. Note that adjacency is not lost.

This second option can be applied e.g. to contour lines resulting from a coarse raster, to GPS tracks with sparse vertices, etc.

## 17.32 Pianificare una fattoria solare

Modulo contribuito da Paolo Cavallini - [Faunalia](#)

**Nota:** Questo capitolo mostra come usare diversi criteri per localizzare l'area adatta per l'installazione di una centrale fotovoltaica

Prima di tutto, creare una mappa di esposizione dal DTM:

- GRASS `r.aspect` [Data type: int; cell size:100]

In GRASS, l'esposizione è calcolata in gradi antiorari partendo da Est. Per estrarre solo i versanti a Sud (270 gradi +/- 45), possiamo riclassificarlo:

- GRASS `r.reclass`

con le seguenti regole:

```
225 thru 315 = 1 south
* = NULL
```

Puoi usare il file di testo `reclass_south.txt` fornito. Nota che con questo file di esempio possiamo creare anche riclassificazioni molto complesse.

Vogliamo costruire una grande centrale, quindi selezioniamo solo aree grandi (> 100 ha) e contigue:

- GRASS `r.reclass.greater`

Infine, convertiamo in vettore:

- GRASS `r.to.vect` [Feature type: area; Smooth corners: yes]

**Esercizio per il lettore:** ripeti l'analisi, sostituendo i comandi di GRASS con analoghi di altri programmi.

## 17.33 Utilizzare gli script R in Processing

Module contributed by Matteo Ghetta - funded by [Scuola Superiore Sant'Anna](#)

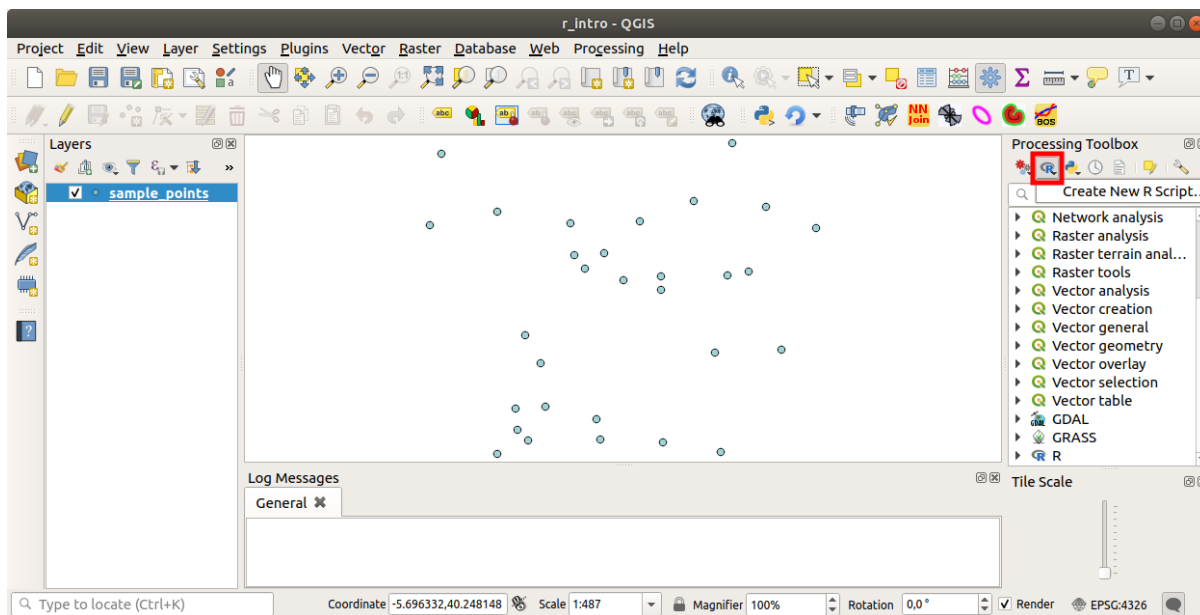
Processing (with the `Processing R Provider` plugin) makes it possible to write and run R scripts inside QGIS.

**Avvertimento:** R has to be installed on your computer and the PATH has to be correctly set up. Moreover Processing just calls the external R packages, it is not able to install them. So be sure to install external packages directly in R. See the related chapter in the user manual.

**Nota:** If you have *package* problems, it may be related to missing *mandatory* packages required by Processing, like `sp`, `rgdal` and `raster`.

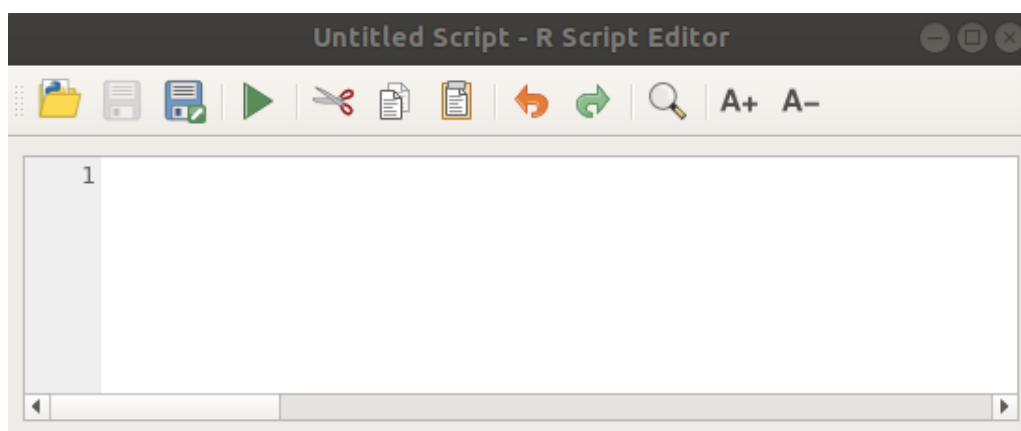
### 17.33.1 Aggiuni script

Adding a script is simple. The easiest way is to open the Processing toolbox and choose *Create new R script...* from the R menu (labelled with an R icon) at the top of the Processing Toolbox. You can also create the script in for instance a text editor and save it in your R scripts folder (`processing/rscripsts`). When it has been saved there, it will be available for editing by right-clicking on the script name in the processing toolbox and then choose *Edit Script...*.



**Nota:** Se non riesci a vedere R in Processing, devi attivarlo in **:menuelezione: Elaborazione -> Opzioni -> Providers`**

Apri una *finestra dell'editor di script* in cui in cui devi specificare alcuni parametri prima di poter aggiungere il corpo dello script.



## 17.33.2 Creating plots

In this tutorial we are going to create a **boxplot** of a vector layer field.

Open the `r_intro.qgs` QGIS project under the `exercise_data/processing/r_intro/` folder.

### Script parameters

Open the editor and start writing at the beginning of it.

You **must** specify some parameters **before** the script body:

1. The name of the group (*plots* in this case) in which you want to put your script (if the group does not exist, it will be created):

```
##plots=group
```

You will find your script in the **plots** R group in the Processing toolbox.

2. You have to tell Processing that you want to display a plot (in this example):

```
##showplots
```

You will then find a link to the plot in the **Result Viewer** panel (can be turned on / off in *View [?] Panels* and with *Processing [?] Results Viewer*).

3. You also need to tell Processing about your input data. In this example we want to create a plot from a field of a vector layer:

```
##Layer=vector
```

Processing now knows that the input is a vector. The name *Layer* is not important, what matters is the **vector** parameter.

4. Finally, you have to specify the input field of the vector layer (using the name you have provided above - *Layer*):

```
##X=Field Layer
```

Processing now knows that you need a field of *Layer*, and that you will call it **X**.

5. It is also possible to define the name of your script using `name`:

```
##My box plot script=name
```

If not defined, the file name will be used as the name of the script.

### Corpo dello script

Now that you have set up the *heading* of the script you can add the function:

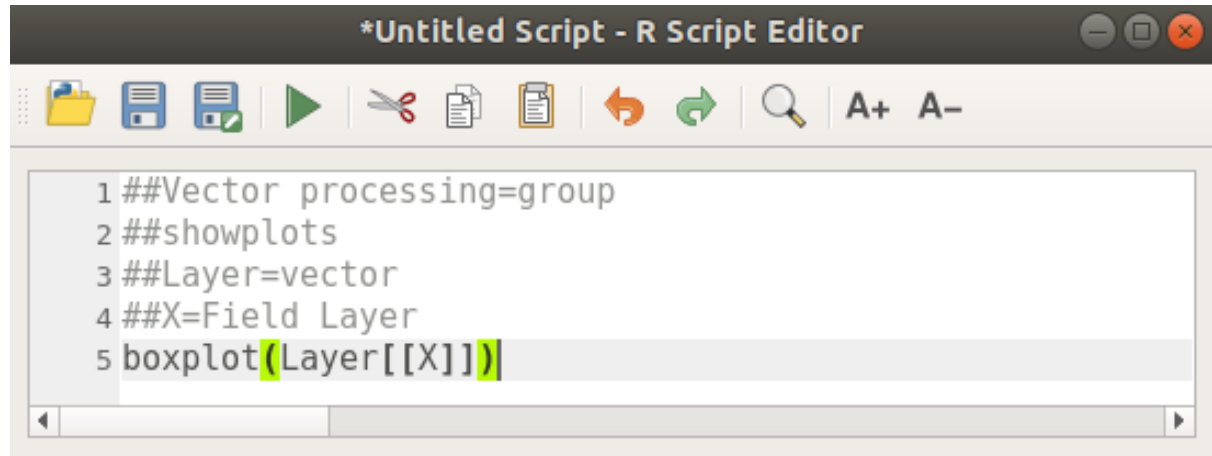
```
boxplot(Layer[[X]])
```

**boxplot** is the name of the R function, the parameter **Layer** is the name that you have defined for the input dataset and **X** is the name you have defined for the field of that dataset.

**Avvertimento:** The parameter **X** has to be within double square brackets (`[[X]]`).

The final script looks like this:

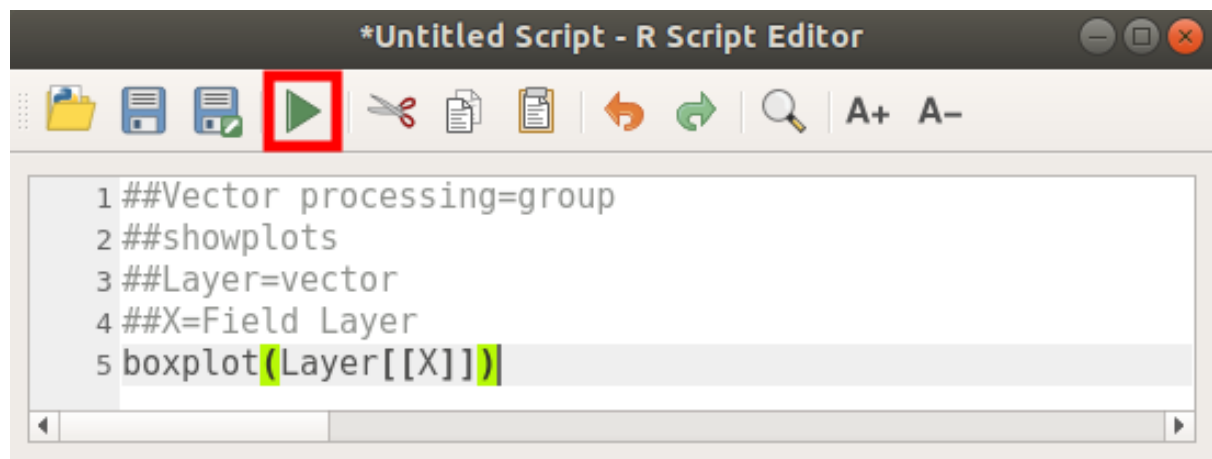
```
##Vector processing=group
##showplots
##Layer=vector
##X=Field Layer
boxplot(Layer[[X]])
```



Save the script in the default path suggested by Processing (processing/rscripts). If you have not defined a name in the script heading, the file name you choose will become the name of the script in the Processing toolbox.

**Nota:** You can save the script wherever you like, but Processing will then not be able to include it in the processing toolbox automatically, so you have to upload it manually.

Now just run it using the button on the top of the editor window:



Once the editor window has been closed, use the text box of Processing to find your script:

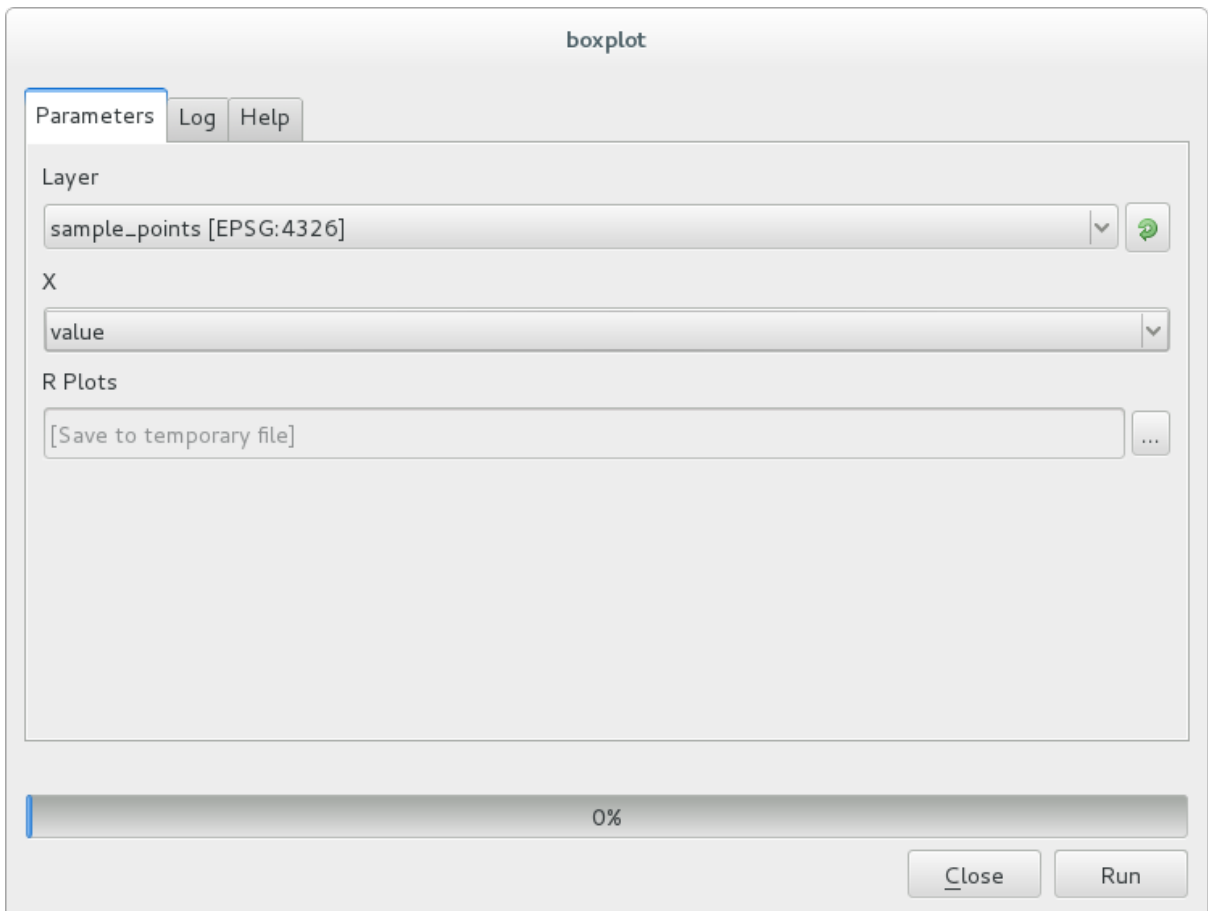
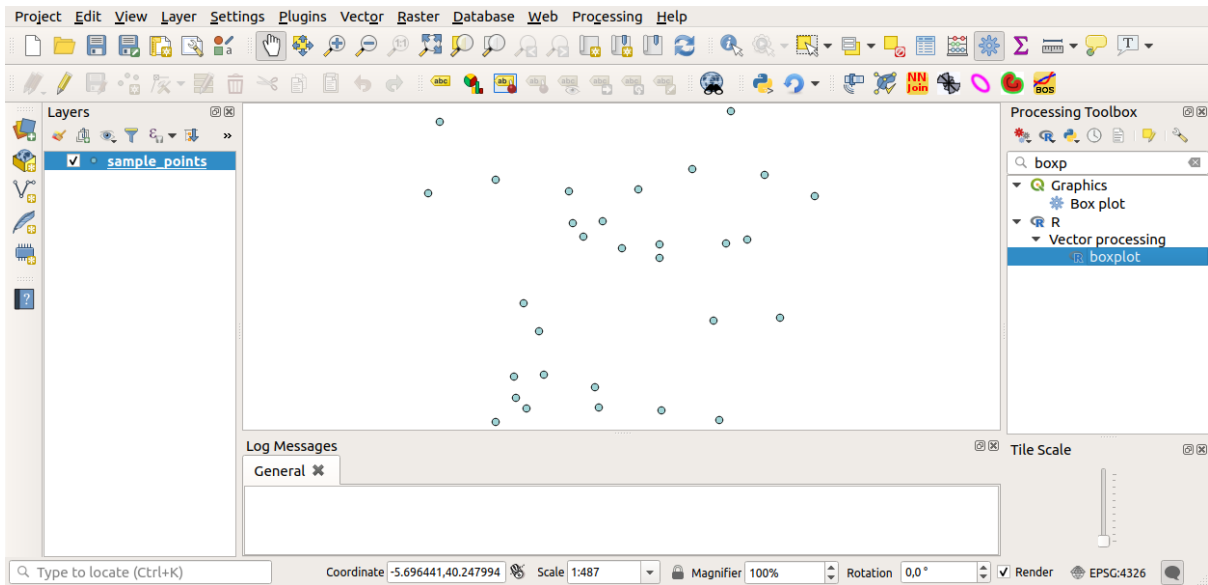
You can now fill the parameters required in the Processing algorithm window:

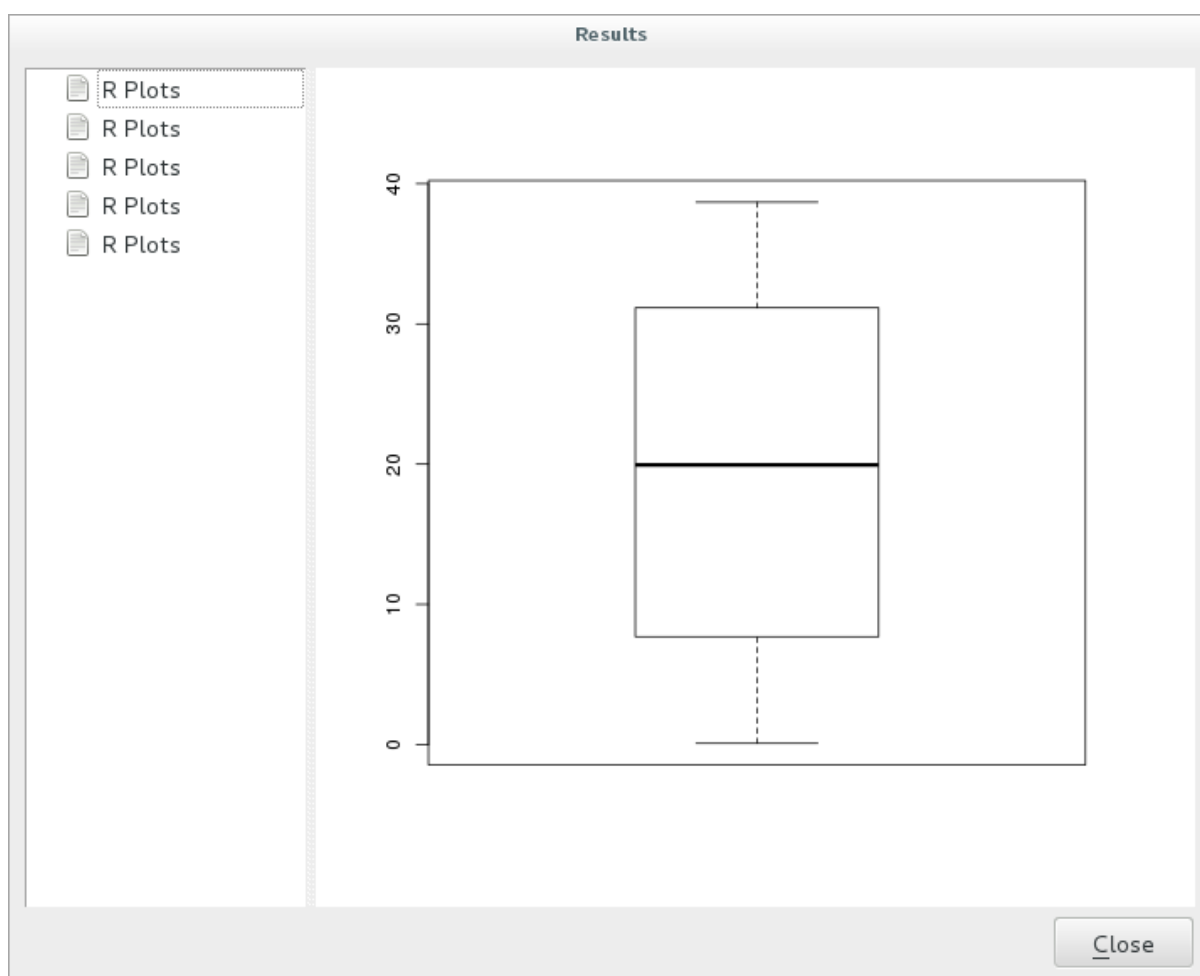
- for **Layer** choose *sample\_points*
- for the **X** field choose *value*

Click on **Run**.

The **Result window** should be automatically opened, if not, just click on *Processing [?] Result Viewer...*

Click on the link in the viewer and you will see:







---

**Nota:** You can open, copy and save the image by right clicking on the plot.

---

### 17.33.3 Create a vector

You can also create a vector layer and have it automatically loaded into QGIS.

The following example has been taken from the `Random sampling grid` script that can be found in the online collection of R scripts (the scripts in this online collection can be found in <https://github.com/qgis/QGIS-Processing/tree/master/rscripts>).

The aim of this exercise is to create a random point vector layer using an input vector layer to restrict the extent using the `spsample` function of the `sp` package.

#### Script parameters

As before we have to set some parameters before the script body:

1. Specify the name of the group in which you want to put your script, in this case *Point pattern analysis*:

```
##Point pattern analysis=group
```

2. Define an input parameter (a vector layer) that will constrain the placement of the random points:

```
##Layer=vector
```

3. Set an input parameter for the number of points that are going to be created (`Size`, with a default value of 10):

```
##Size=number 10
```

---

**Nota:** Since a default value (10) is defined, the user can change this number or can leave the parameter without a number.

---

4. Specify that there is an output vector layer (called `Output`):

```
##Output=output vector
```

#### Corpo dello script

Now you can add the body of the function:

1. Use the `spsample` function:

```
pts=spsample(Layer, Size, type="random")
```

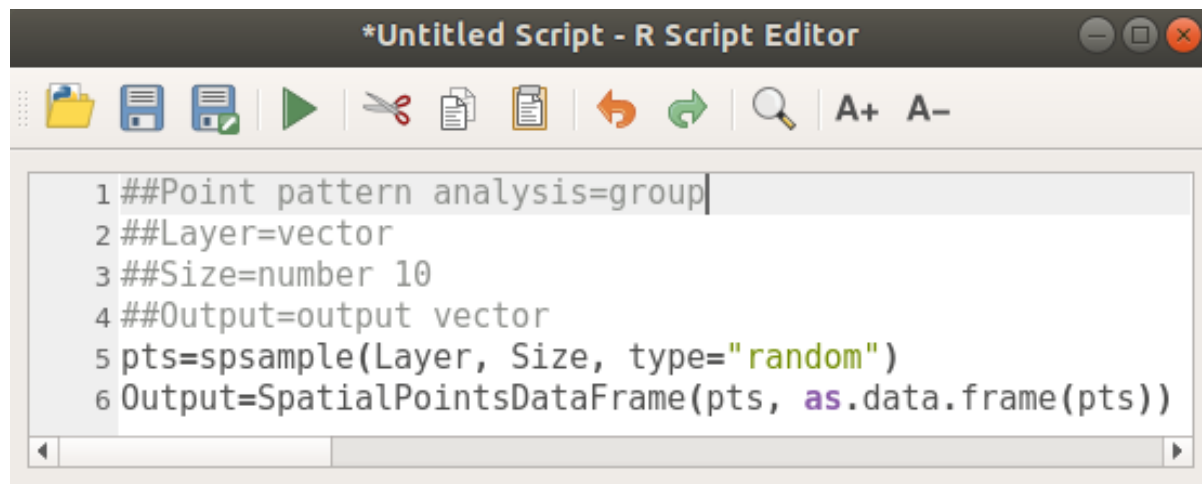
The function uses the `Layer` to constrain the placement of the points (if it is a line layer, a points will have to be on one of the lines in the layer, if it is a polygon layer, a point will have to be within a polygon). The number of points is taken from the `Size` parameter. The sampling method is *random*.

2. Generate the output (the `Output` parameter):

```
Output=SpatialPointsDataFrame(pts, as.data.frame(pts))
```

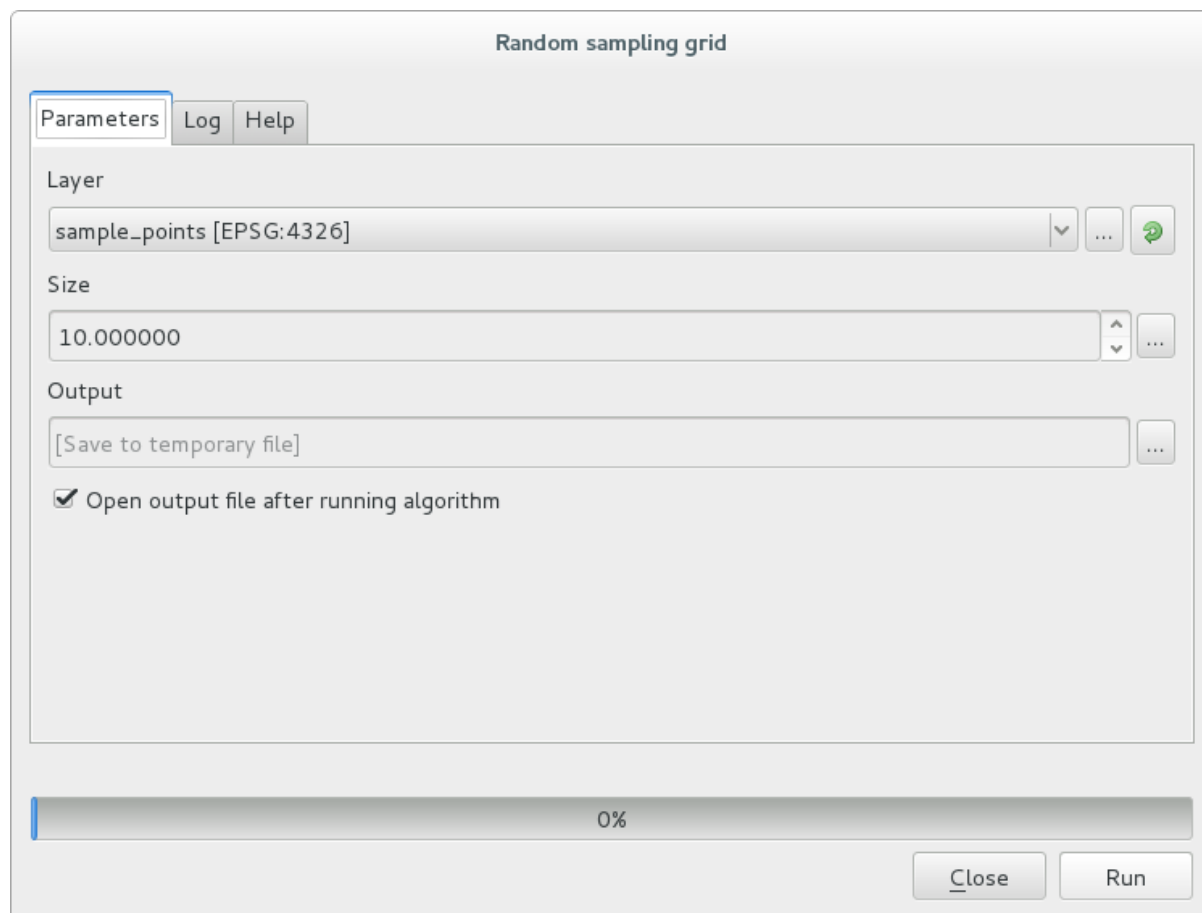
The final script looks like this:

```
##Point pattern analysis=group
##Layer=vector
##Size=number 10
##Output=output vector
pts=spsample(Layer, Size, type="random")
Output=SpatialPointsDataFrame(pts, as.data.frame(pts))
```



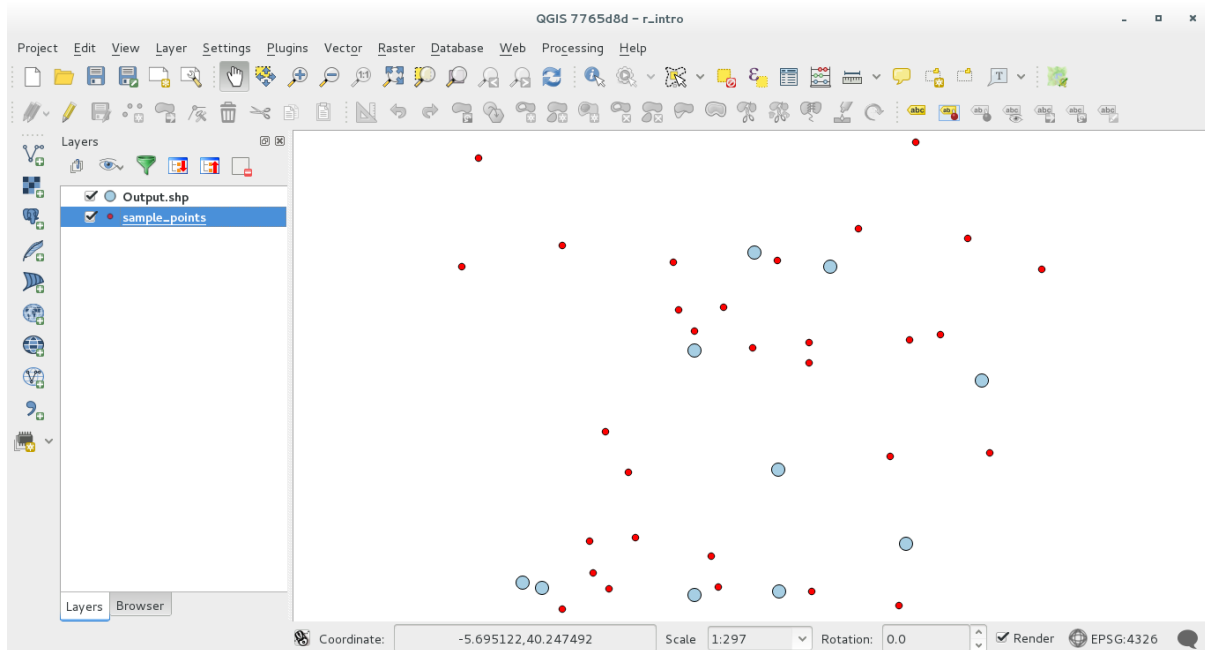
Save it and run it, clicking on the run button.

In the new window type in the right parameters:



and click on run.

The result layer will be added to the table of contents and its points will be displayed on the map canvas:



### 17.33.4 Text and graph output from R - syntax

Processing (with the Processing R Provider plugin) uses special syntax to get the results out of R:

- > before your command, as in `>lillie.test(Layer[[Field]])` means the result should be sent to R output (Result viewer)
- + after a plot enables overlay plots. For example `plot(Layer[[X]], Layer[[Y]]) + abline(h=mean(Layer[[X]]))`

## 17.34 Predicting landslides

Modulo contribuito da Paolo Cavallini - [Faunalia](#)

---

**Nota:** This chapter shows how to create an oversimplified model to predict the probability of landslides.

---

First, we calculate slope (choose among various backends; the interested reader can calculate the difference between the outputs):

- GRASS [r.slope](#)
- SAGA [Slope, Aspect, Curvature](#)
- GDAL [Slope](#)

Then we create a model of predicted rainfall, based on the interpolation of rainfall values at meteo stations:

- GRASS [v.surf.rst](#) (resolution: 500 m)

The probability of a landslide will be very roughly related to both rainfall and slope (of course a real model will use more layers, and appropriate parameters), let's say  $(\text{rainfall} * \text{slope}) / 100$ :

- SAGA [Raster calculator](#) rain, slope:  $(a*b) / 100$  (or: GRASS [r.mapcalc](#))
- then let's calculate what are the municipalities with the greatest predicted risk of rainfall: SAGA [Raster statistics with polygons](#) (the parameters of interest are *Maximum* and *Mean*)



---

## Module: Usare i database spaziali in QGIS

---

In questo modulo imparerete ad usare i database spaziali con QGIS per gestire, visualizzare e manipolare dati in un database ma anche ad eseguire delle analisi per interrogazione. Useremo principalmente PostgreSQL e PostGIS (che sono stati descritti nella sezione precedente), ma gli stessi concetti si applicano ad altri database spaziali tra cui SpatiaLite.

### 18.1 Lesson: Lavorare con i database in QGIS browser

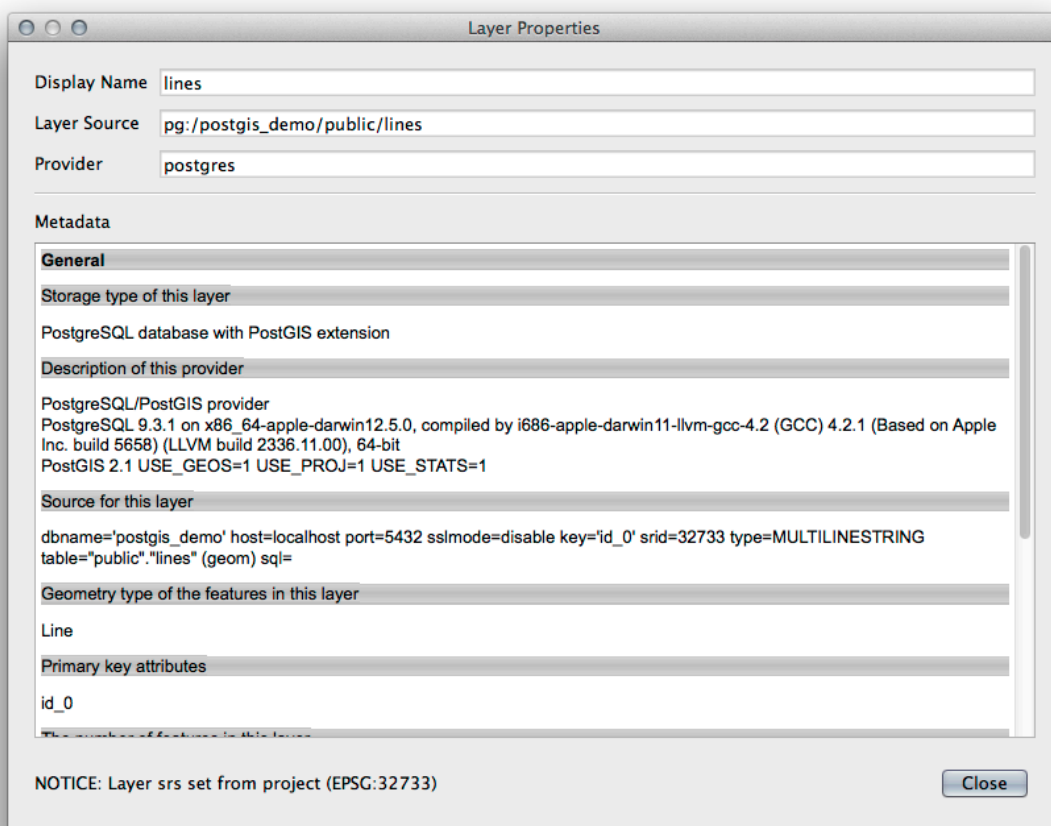
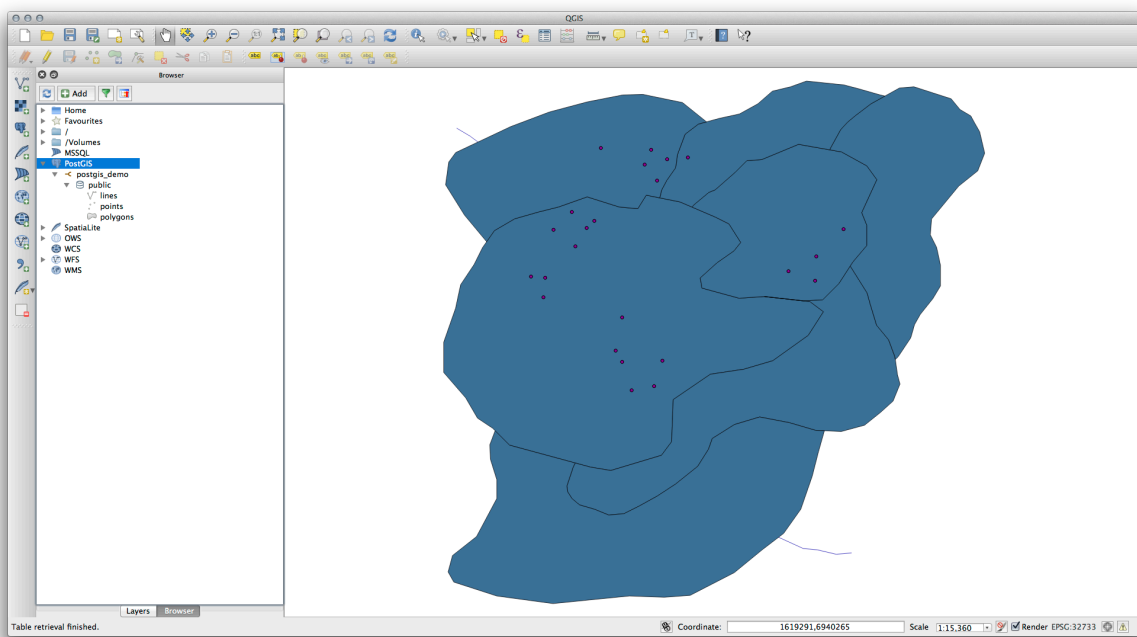
Nei precedenti 2 moduli hai esaminato i concetti di base, le caratteristiche e le funzioni dei database relazionali e le estensioni che consentono di archiviare, gestire, interrogare e manipolare i dati spaziali in un database relazionale. Questa sezione approfondirà come puoi usare efficacemente i database spaziali in QGIS.

**L'obiettivo di questa lezione:** Imparare a interagire con i database spaziali usando l'interfaccia QGIS Browser.

#### 18.1.1 Follow Along: Aggiungi tabelle del database a QGIS mediante il browser

Hai già analizzato come aggiungere tabelle da un database come layer QGIS, ora puoi dare un'occhiata a ciò in modo più dettagliato e osservare i diversi modi in cui ciò può essere fatto in QGIS. Inizia guardando la nuova interfaccia del browser.


- Start a new empty map in QGIS.
- Apri il browser facendo clic sulla scheda Browser nella parte inferiore del *pannello dei livelli*
- Apri l'albero di PostGIS e dovresti trovare la connessione precedentemente configurata disponibile (potrebbe essere necessario fare clic sul pulsante aggiorna nella parte superiore della finestra del browser).
- Facendo doppio clic su una delle tabelle/livelli elencati qui, lo aggiungerai alla mappa.
- Con clic sul tasto destro su una tabella/livello in questa vista, otterrai alcune opzioni. Fai clic sull'elemento Proprietà per esaminare le proprietà del livello.



**Nota:** Of course you can also use this interface to connect to PostGIS databases hosted on a server external to your workstation. Right clicking on the PostGIS entry in the tree will allow you to specify connection parameters for a new connection.

## 18.1.2 Follow Along: Aggiungi un insieme filtrato di record come livello

Ora che hai visto come aggiungere un'intera tabella come livello QGIS, può essere utile imparare come aggiungere un insieme filtrato di record da una tabella come livello usando le interrogazioni che abbiamo appreso nelle sezioni precedenti.

- Avvia una nuova mappa vuota
- Clicca il bottone *Aggiungi layer PostGIS* o seleziona *Layer*  *Aggiungi layer PostGIS* dal menu.
- Nella finestra di dialogo *Aggiungi tabella(e) PostGIS* connetti `postgis_demo`.
- Expand the `public` schema and you should find the three tables we were working with previously.
- Click the `lines` layer to select it, but instead of adding it, click the *Set Filter* button to bring up the *Query Builder* dialog.
- Construct the following expression using the buttons or by entering it directly:

```
"roadtype" = 'major'
```

- Click *OK* to complete editing the filter and click *Add* to add the filtered layer to your map.
- Rename the `lines` layer in the tree to `roads_primary`.

You will notice that only the Primary Roads have been added to your map rather than the entire layer.

### 18.1.3 In Conclusion

You have seen how to interact with spatial databases using the QGIS Browser and how to add layers to your map based on a query filter.

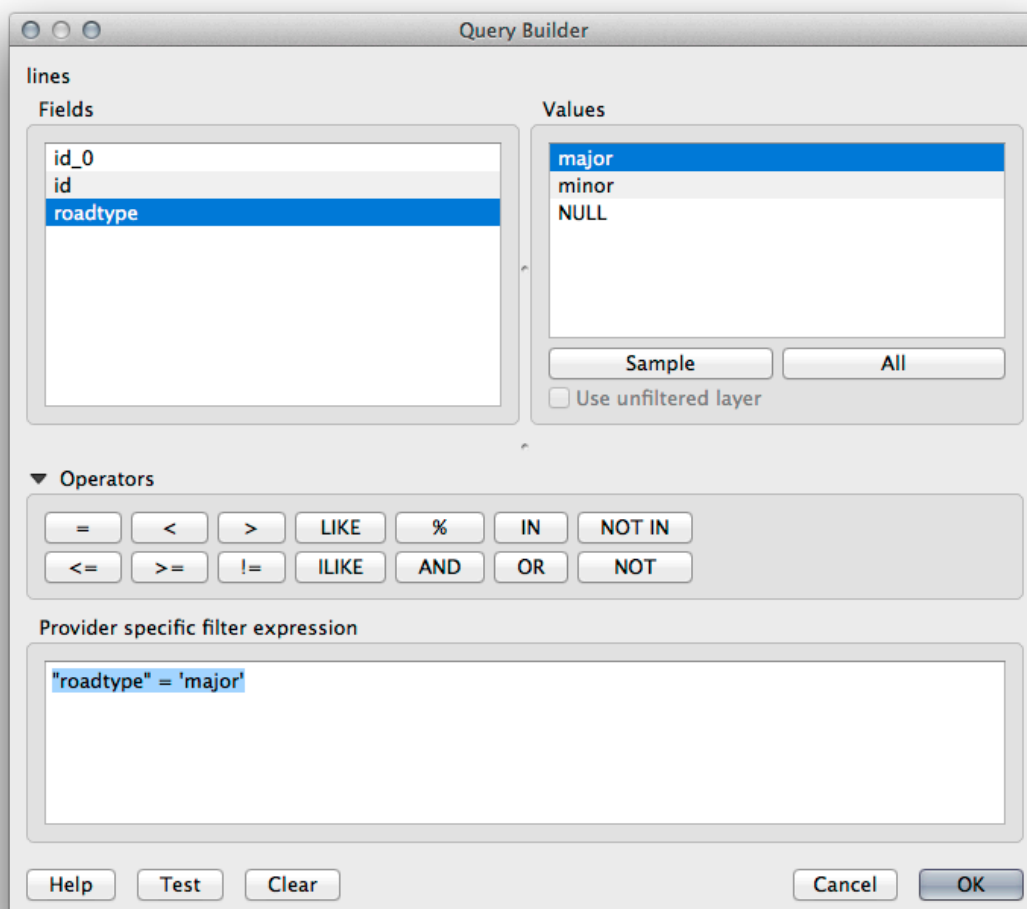
### 18.1.4 What's Next?

Next you'll see how to work with the DB Manager interface in QGIS for a more complete set of database management tasks.

## 18.2 Lesson: Using DB Manager to work with Spatial Databases in QGIS

We have already seen how to perform many database operations with QGIS as well as with other tools, but now it's time to look at the DB Manager tool which provides much of this same functionality as well as more management oriented tools.

**The goal for this lesson:** To learn how to interact with spatial databases using the QGIS DB Manager.





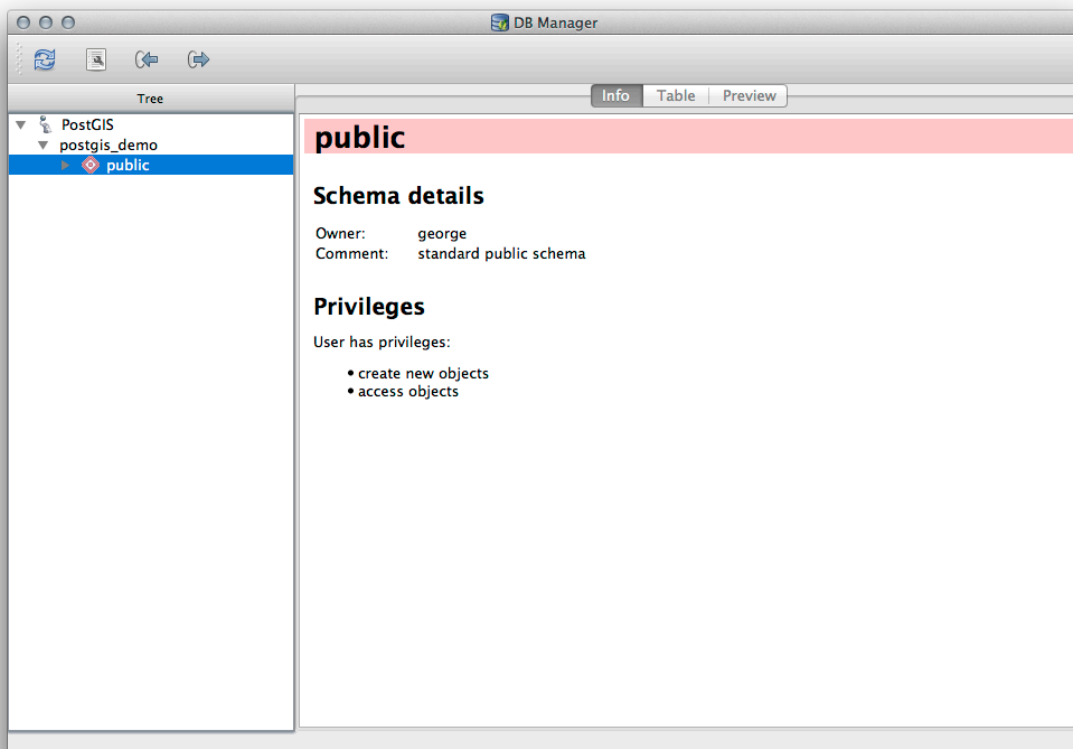
## 18.2.1 Follow Along: Managing PostGIS Databases with DB Manager

You should first open the DB Manager interface by selecting *Database* → *DB Manager* → *DB Manager* on the menu or by selecting the DB Manager icon on the toolbar.



You should already see the previous connections we have configured and be able to expand the myPG section and its public schema to see the tables we have worked with in previous sections.

The first thing you may notice is that you can now see some metadata about the Schemas contained in your database.



Schemas are a way of grouping data tables and other objects in a PostgreSQL database and a container for permissions and other constraints. Managing PostgreSQL schemas is beyond the scope of this manual, but you can find more information about them in the [PostgreSQL documentation on Schemas](#). You can use the DB Manager to create new Schemas, but will need to use a tool like pgAdmin III or the command line interface to manage them effectively.

DB Manager can also be used to manage the tables within your database. We have already looked at various ways to create and manage tables on the command line, but now lets look at how to do this in DB Manager.

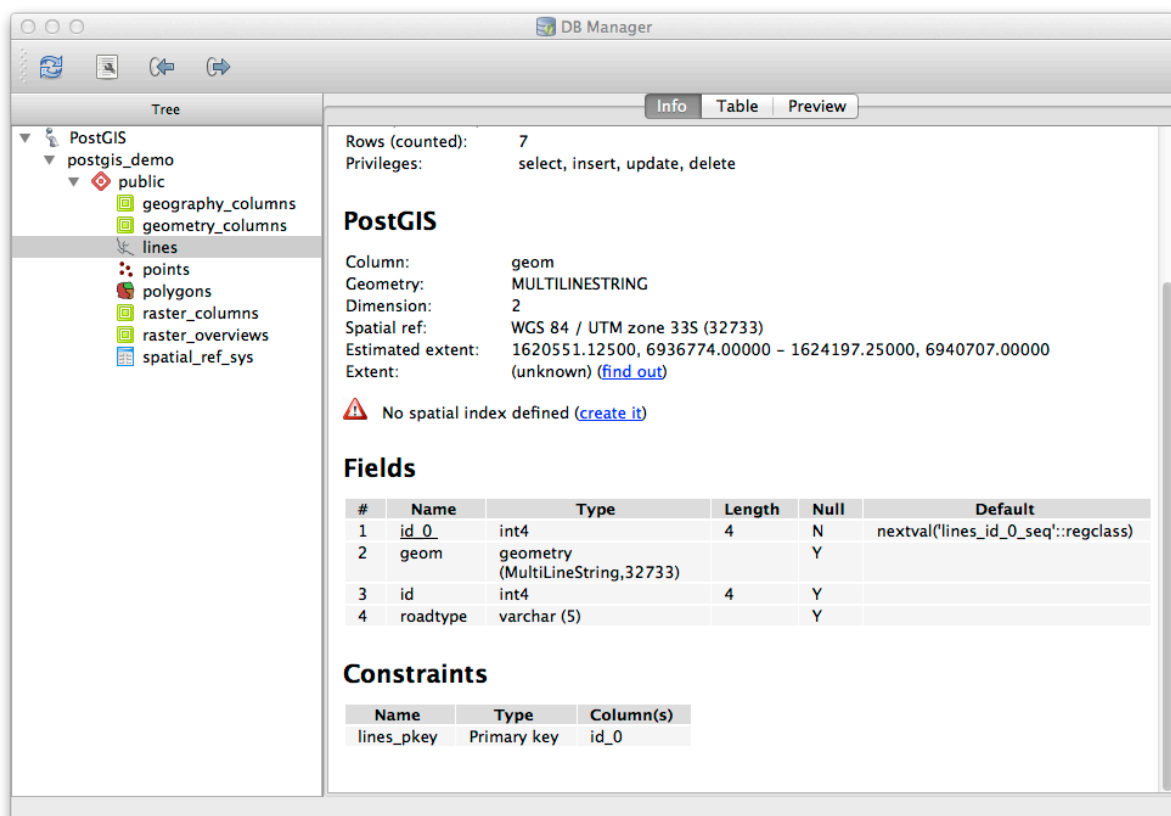
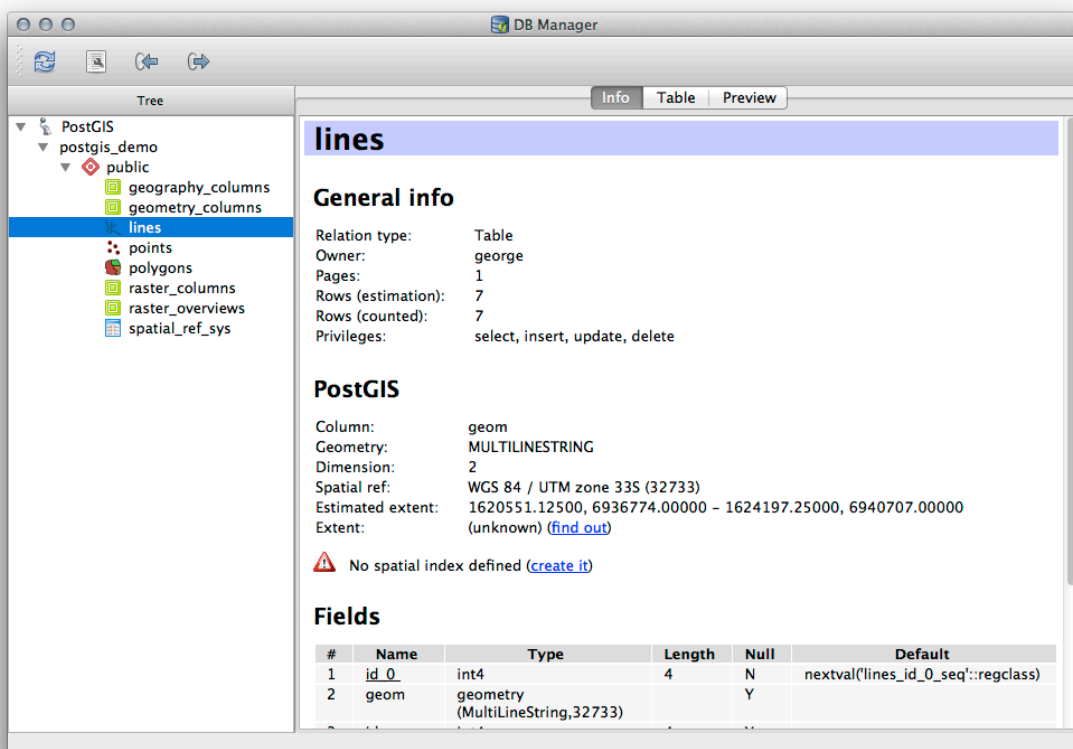
First, its useful to just look at a table's metadata by clicking on its name in tree and looking in the *Info* tab.

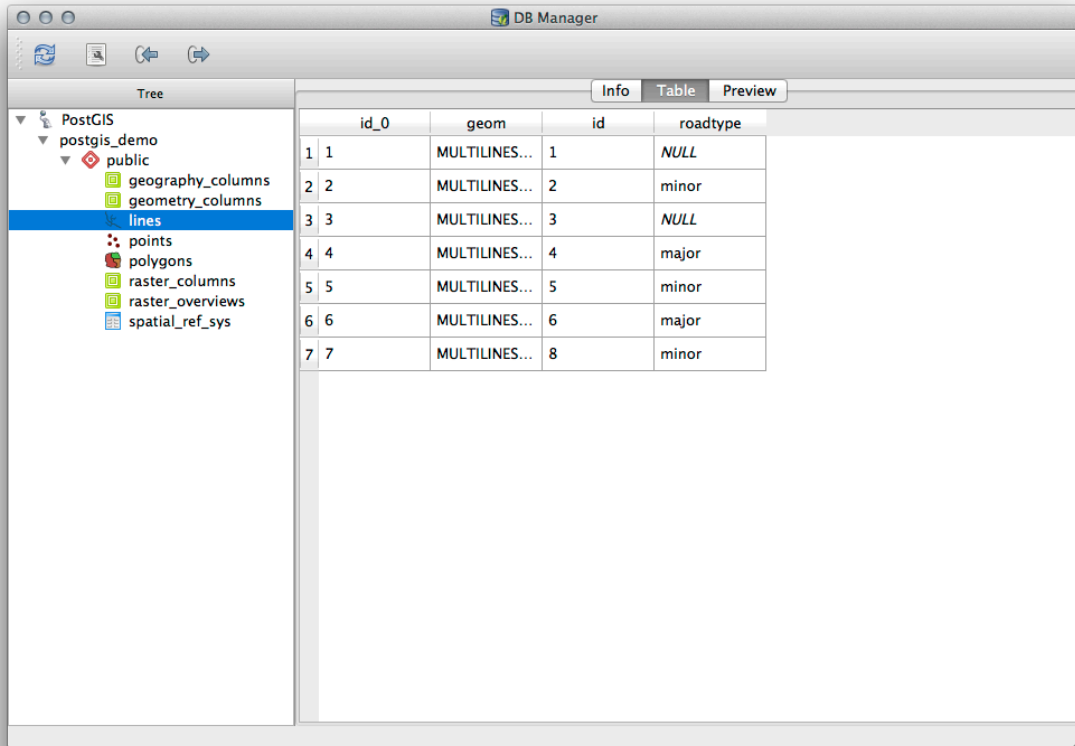
In this panel you can see the *General Info* about the table as well the information that the PostGIS extension maintains about the geometry and spatial reference system.

If you scroll down in the *Info* tab, you can see more information about the *Fields*, *Constraints* and *Indexes* for the table you are viewing.

Its also very useful to use DB Manager to simply look at the records in the database in much the same way you might do this by viewing the attribute table of a layer in the Layer Tree. You can browse the data by selecting the *Table* tab.


There is also a *Preview* tab which will show you the layer data in a map preview.





Right-clicking on a layer in the tree and clicking *Add to Canvas* will add this layer to your map.

So far we have only been viewing the database its schemas and tables and their metadata, but what if we wanted to alter the table to add an additional column perhaps? DB Manager allows you to do this directly.

1. Select the table you want to edit in the tree
2. Select *Table*  *Edit Table* from the menu, to open the *Table Properties* dialog.

You can use this dialog to Add Columns, Add geometry columns, edit existing columns or to remove a column completely.

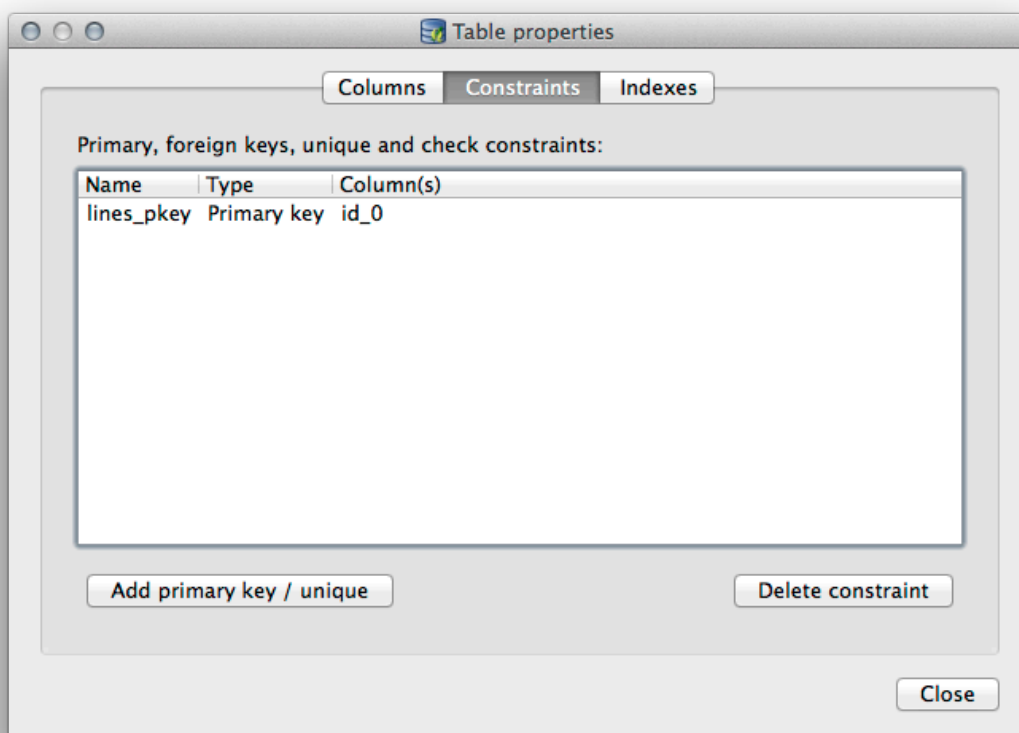
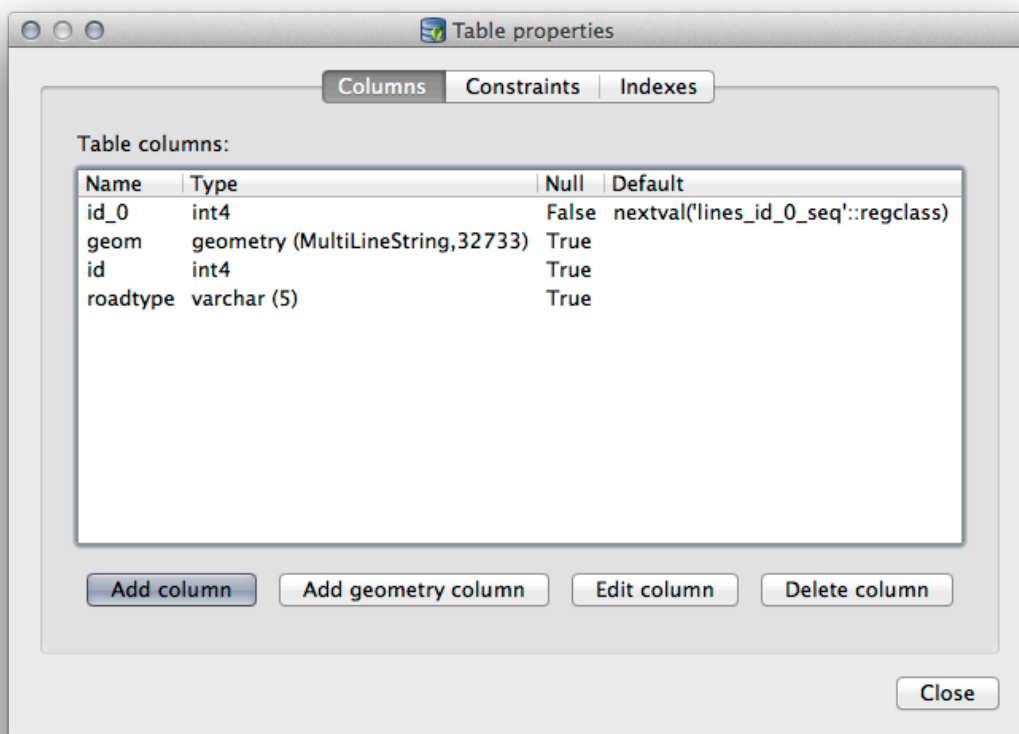
Using the *Constraints* tab, you can manage which fields are used as the primary key or to drop existing constraints.

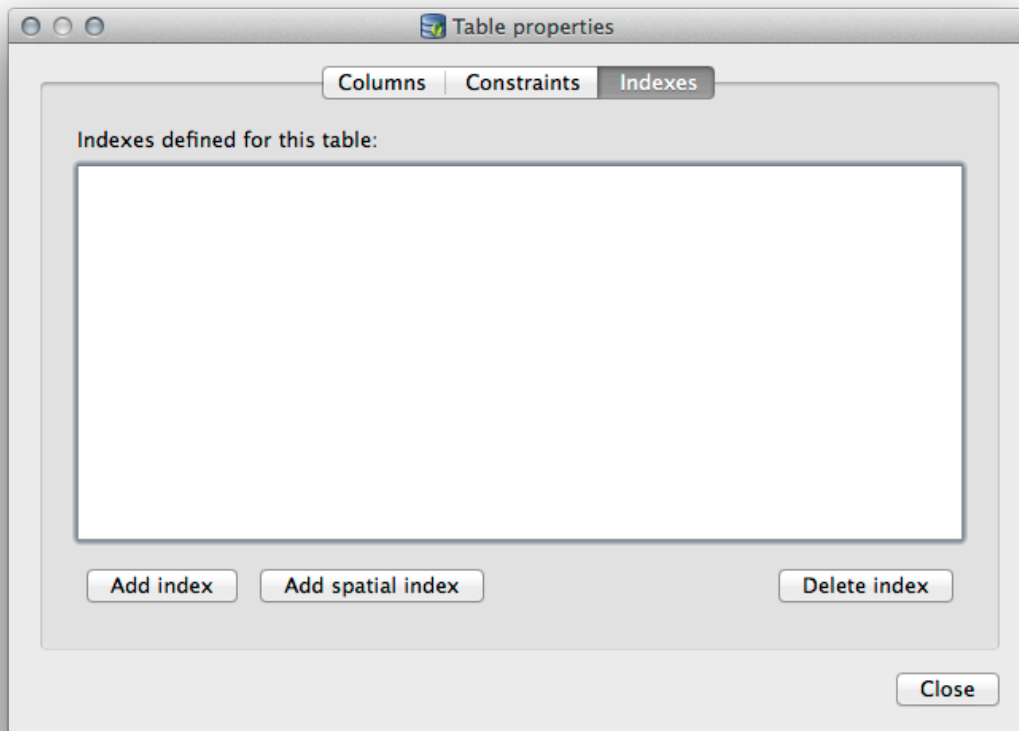
The *Indexes* tab can be used to add and delete both spatial and normal indexes.

## 18.2.2 Follow Along: Creating a New Table

Now that we have gone through the process of working with existing tables in our database, let's use DB Manager to create a new table.

1. If it is not already open, open the DB Manager window, and expand the tree until you see the list of tables already in your database.
2. From the menu select *Table* -> *Create Table* to bring up the Create Table dialog.
3. Use the default `Public` schema and name the table `places`.
4. Add the `id`, `place_name`, and `elevation` fields as shown below
5. Make sure the `id` field is set as the primary key.





6. Click the checkbox to *Create geometry column* and make sure it is set to a `POINT` type and leave it named `geom` and specify `4326` as the *SRID*.
7. Click the checkbox to *Create spatial index* and click *Create* to create the table.
8. Dismiss the dialog letting you know that the table was created and click *Close* to close the Create Table Dialog.


You can now inspect your table in the DB Manager and you will of course find that there is no data in it. From here you can *Toggle Editing* on the layer menu and begin to add places to your table.

### 18.2.3 Follow Along: Basic Database Administration

The DB Manager will also let you do some basic database administration tasks. It is certainly not a substitute for a more complete database administration tool, but it does provide some functionality that you can use to maintain your database.

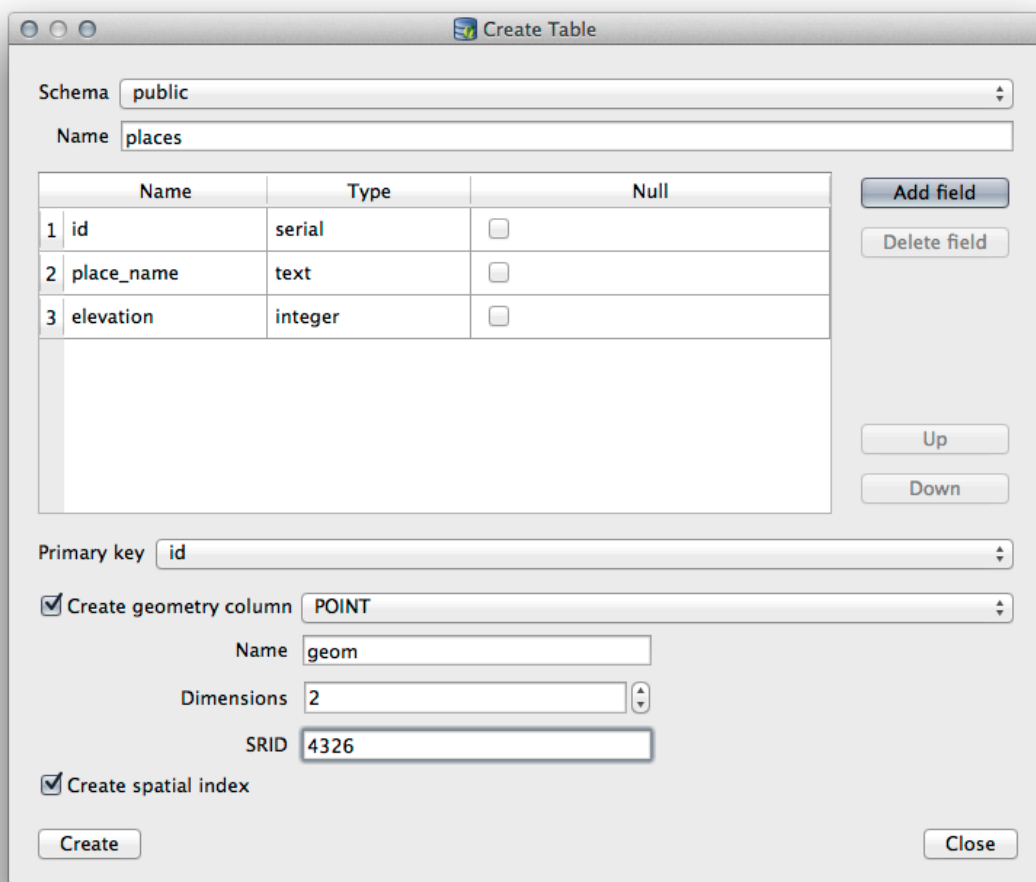
Database tables can often become quite large and tables which are being modified frequently can end up leaving around remnants of records that are no longer needed by PostgreSQL. The `VACUUM` command takes care of doing a kind of garbage collection to compact and optional analyze your tables for better performance.

Let us take a look at how we can perform a `VACUUM ANALYZE` command from within DB Manager.

1. Select one of your tables in the DB Manager Tree
2. Select *Table*  *Run Vacuum Analyze* from the menu

PostgreSQL will now perform the operation. Depending on how big your table is, this may take some time to complete.

You can find more information about the `VACUUM ANALYZE` process in the [PostgreSQL Documentation on VACUUM ANALYZE](#).



## 18.2.4 Follow Along: Executing SQL Queries with DB Manager

DB Manager also provides a way for you to write queries against your database tables and to view the results. We have already seen this type of functionality in the *Browser* panel, but let's look at it again here with DB Manager.

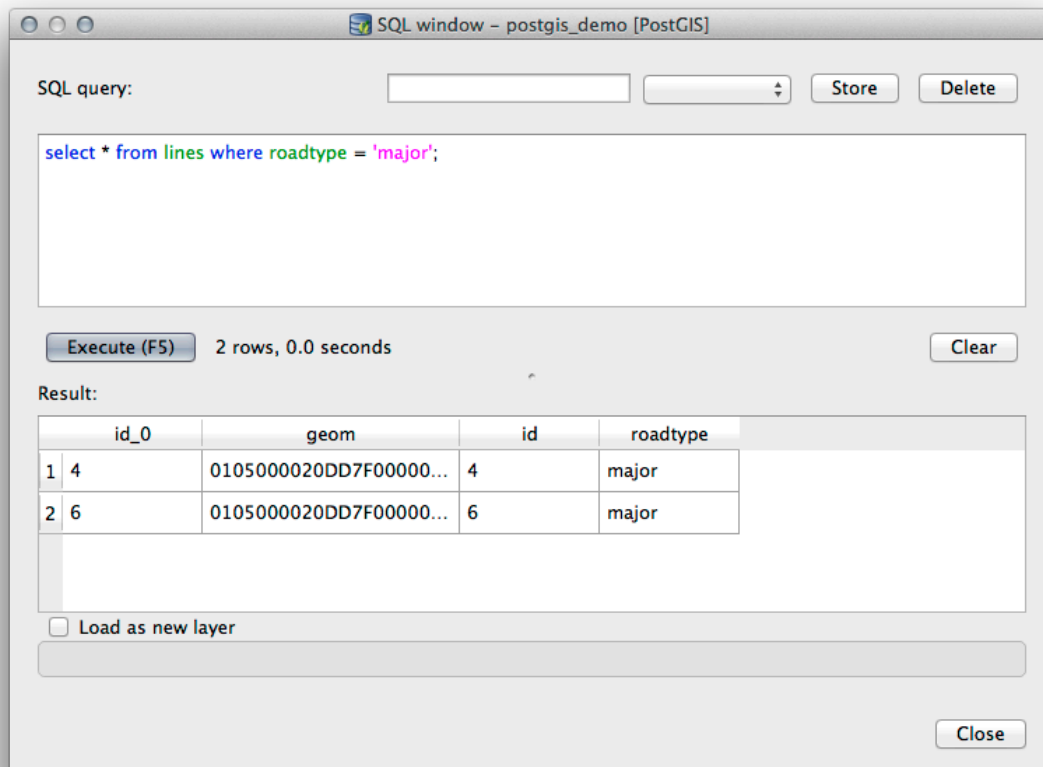
1. Select the `lines` table in the tree.
2. Select the *SQL window* button in the DB Manager toolbar.



3. Compose the following *SQL query* in the space provided:

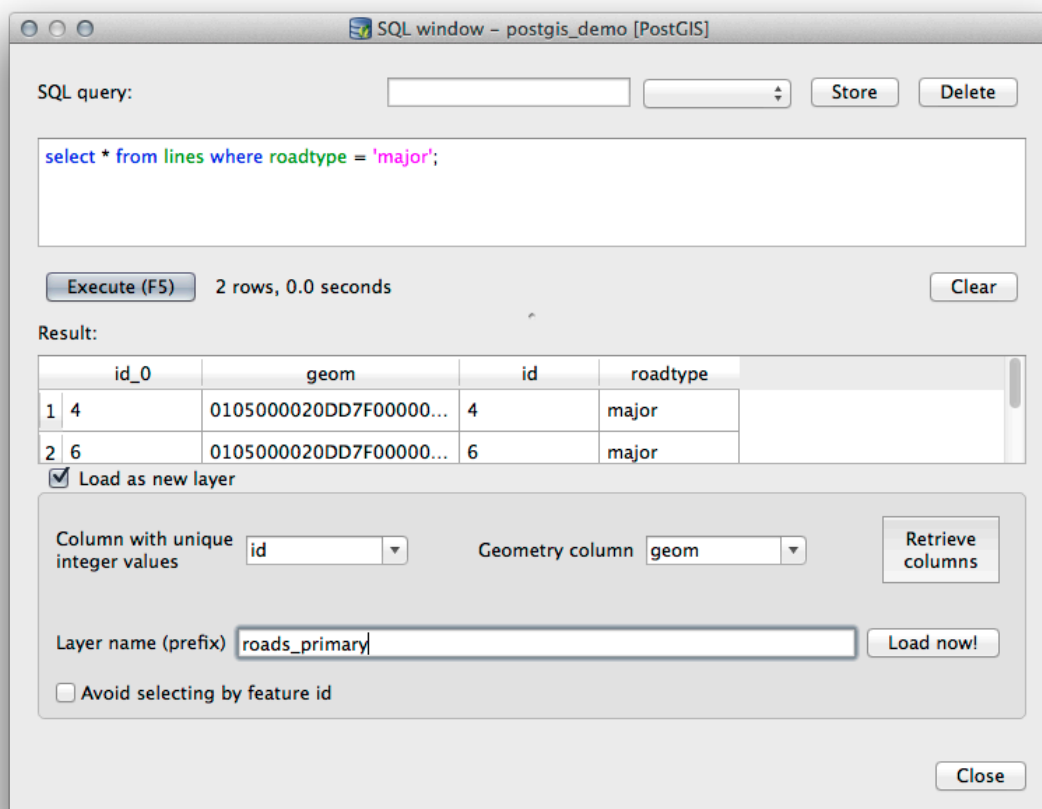
```
select * from lines where roadtype = 'major';
```

4. Click the *Execute (F5)* button to run the query.
5. You should now see the records that match in the *Result* panel.



6. Click the checkbox for *Load as new layer* to add the results to your map.
7. Select the `id` column as the *Column with unique integer values* and the `geom` column as the *Geometry column*.
8. Enter `roads_primary` as the *Layer name (prefix)*.
9. Click *Load now!* to load the results as a new layer into your map.

The layers that matched your query are now displayed on your map. You can of course use this query tool to execute any arbitrary SQL command including many of the ones we looked at in previous modules and sections.





## 18.2.5 Importing Data into a Database with DB Manager

We have already looked at how to import data into a spatial database using command line tools, so now let's learn how to use DB Manager to do imports.

1. Click the *Import layer/file* button on the toolbar in the DB Manager dialog.



2. Select the `urban_33S.shp` file from `exercise_data/projected_data` as the input dataset
3. Click the *Update Options* button to pre-fill some of the form values.
4. Make sure that the *Create new table* option is selected
5. Specify the *Source SRID* as `32722` and the *Target SRID* as `4326`
6. Enable the checkbox to *Create Spatial Index*
7. Click *OK* to perform the import
8. Dismiss the dialog letting you know that the import was successful
9. Click the *Refresh* button on the DB Manager Toolbar

You can now inspect the table in your database by clicking on it in the Tree. Verify that the data has been reprojected by checking that the *Spatial ref:* is listed as `WGS 84 (4326)`.

Right clicking on the table in the Tree and selecting *Add to Canvas* will add the table as a layer in your map.

## 18.2.6 Exporting Data from a Database with DB Manager

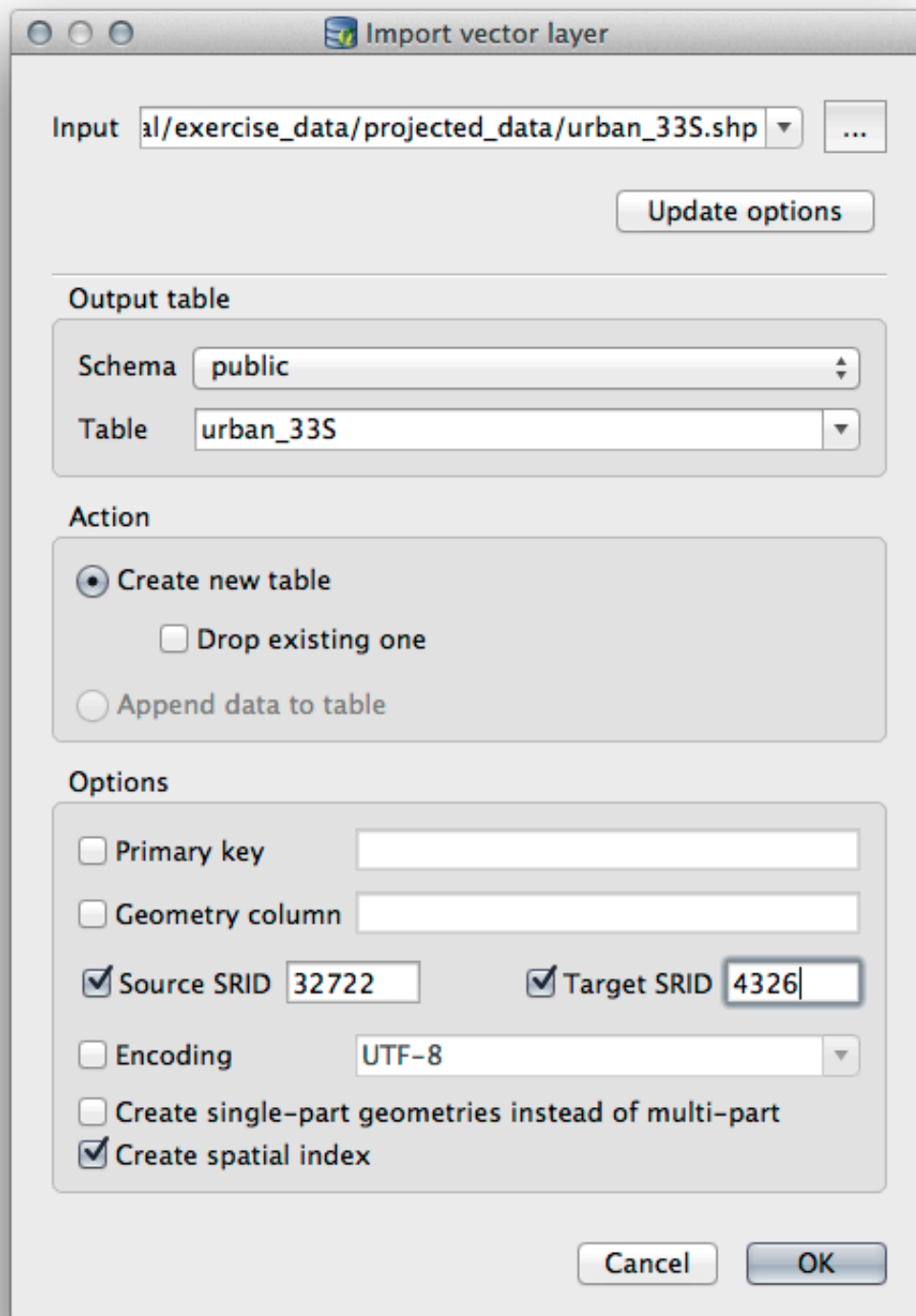
Of course DB Manager can also be used to export data from your spatial databases, so let's take a look at how that is done.

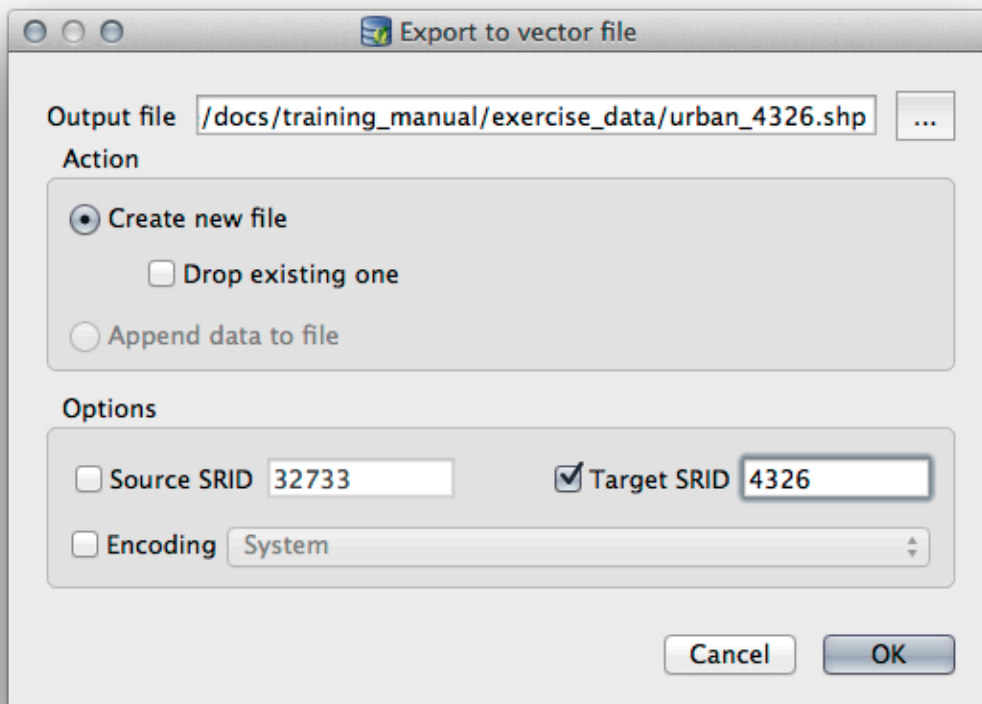
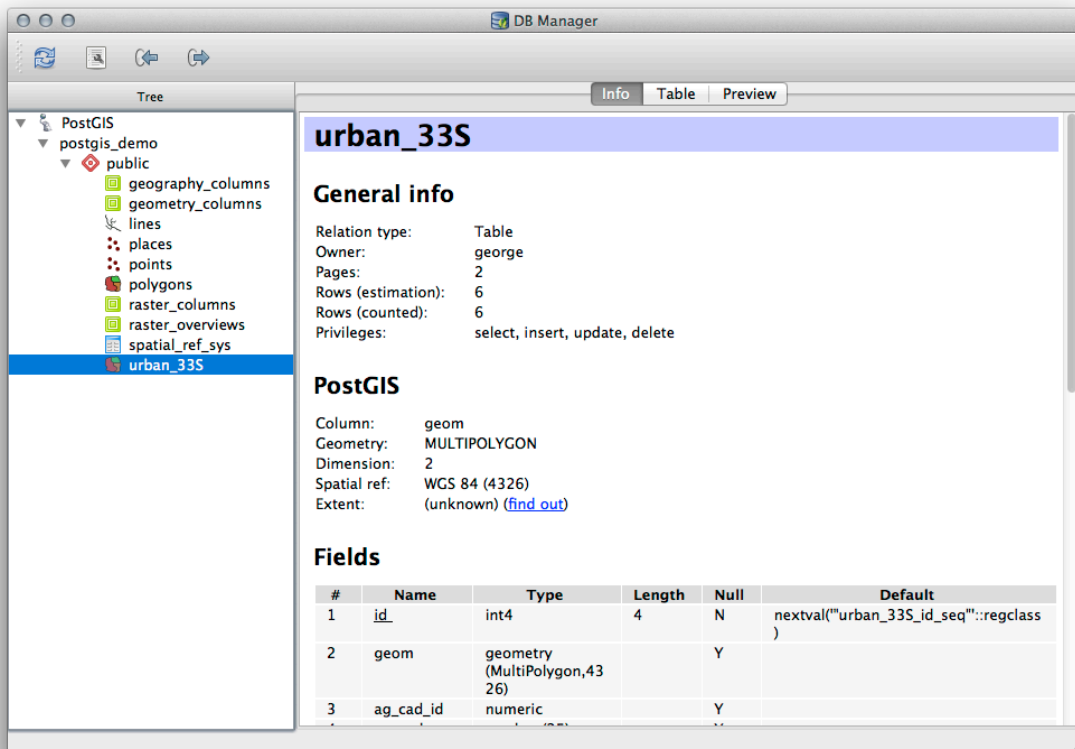
1. Select the `lines` layer in the Tree and click the *Export to File* button on the toolbar to open the *Export to vector file* dialog.
2. Click the `...` button to select the *Output file* and save the data to your `exercise_data` directory as `urban_4326`.
3. Set the *Target SRID* as `4326`.
4. Click *OK* to initialize the export.
5. Dismiss the dialog letting you know the export was successful and close the DB Manager.

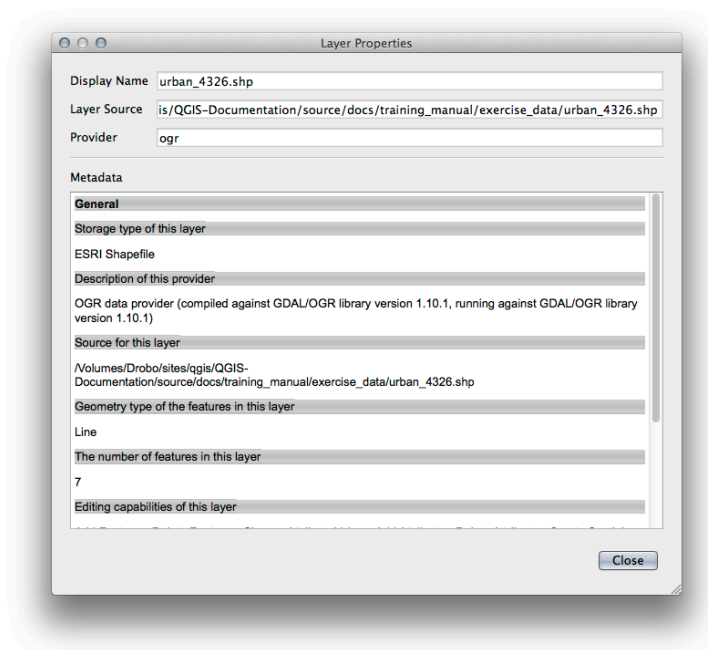
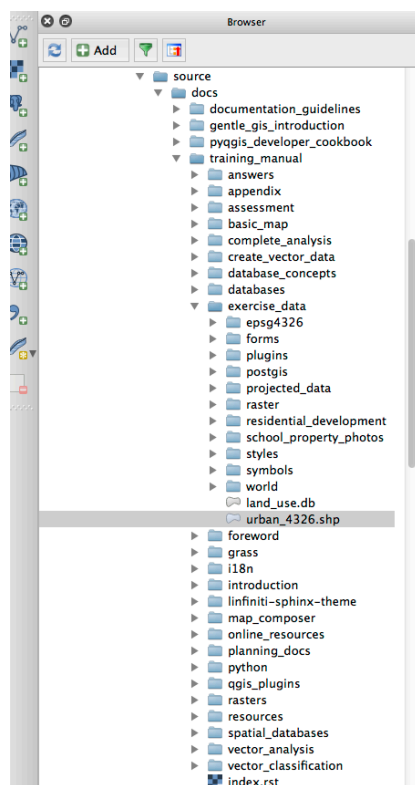
You can now inspect the shapefile you created with the Browser panel.

## 18.2.7 In Conclusion

You have now seen how to use the DB Manager interface in QGIS to manage your spatial databases, to execute SQL queries against your data and how to import and export data.







## 18.2.8 What's Next?

Next, we will look at how to use many of these same techniques with *SpatiaLite* databases.

## 18.3 Lesson: Working with SpatiaLite databases in QGIS

While PostGIS is generally used on a server to provide spatial database capabilities to multiple users at the same time, QGIS also supports the use of a file format called *SpatiaLite* that is a lightweight, portable way to store an entire spatial database in a single file. Obviously, these 2 types of spatial databases should be used for different purposes, but the same basic principles and techniques apply to both. Let's create a new SpatiaLite database and explore the functionality provided to work with these databases in QGIS.


**The goal for this lesson:** To learn how to interact with SpatiaLite databases using the QGIS Browser interface.

### 18.3.1 Follow Along: Creating a SpatiaLite database with the Browser

Using the Browser panel, we can create a new SpatiaLite database and get it setup for use in QGIS.

1. Right click on the *SpatiaLite* entry in the Browser tree and select *Create Database*.
2. Specify where on your filesystem you want to store the file and name it `qgis-sl.db`.
3. Again right click on the *SpatiaLite* entry in the Browser tree and now select the *New Connection* item. Find the file you created in the last step and open it.

Adesso che il database é configurato é possibile notare che la voce nell'albero del Browser non ha niente sotto di se e che l'unica cosa che si può fare a questo punto é cancellare la connessione. Ovviamente questo é dovuto al fatto che nessuna tabella é stata aggiunta al database. Procediamo con questa operazione.

1. Find the button to create a new layer and use the dropdown to create a new SpatiaLite layer, or select *Layer*  *New SpatiaLite Layer*.

2. Selezionare il database creato in precedenza dal menu a tendina.
3. Give the layer the name `places`.
4. Selezionare la casella di controllo vicino a *Create an auto-incrementing primary key*.
5. Add two attributes as shown in below
6. Click su *OK* per creare la tabella.
7. Click the refresh button at the top of the Browser and you should now see your `places` table listed.
 

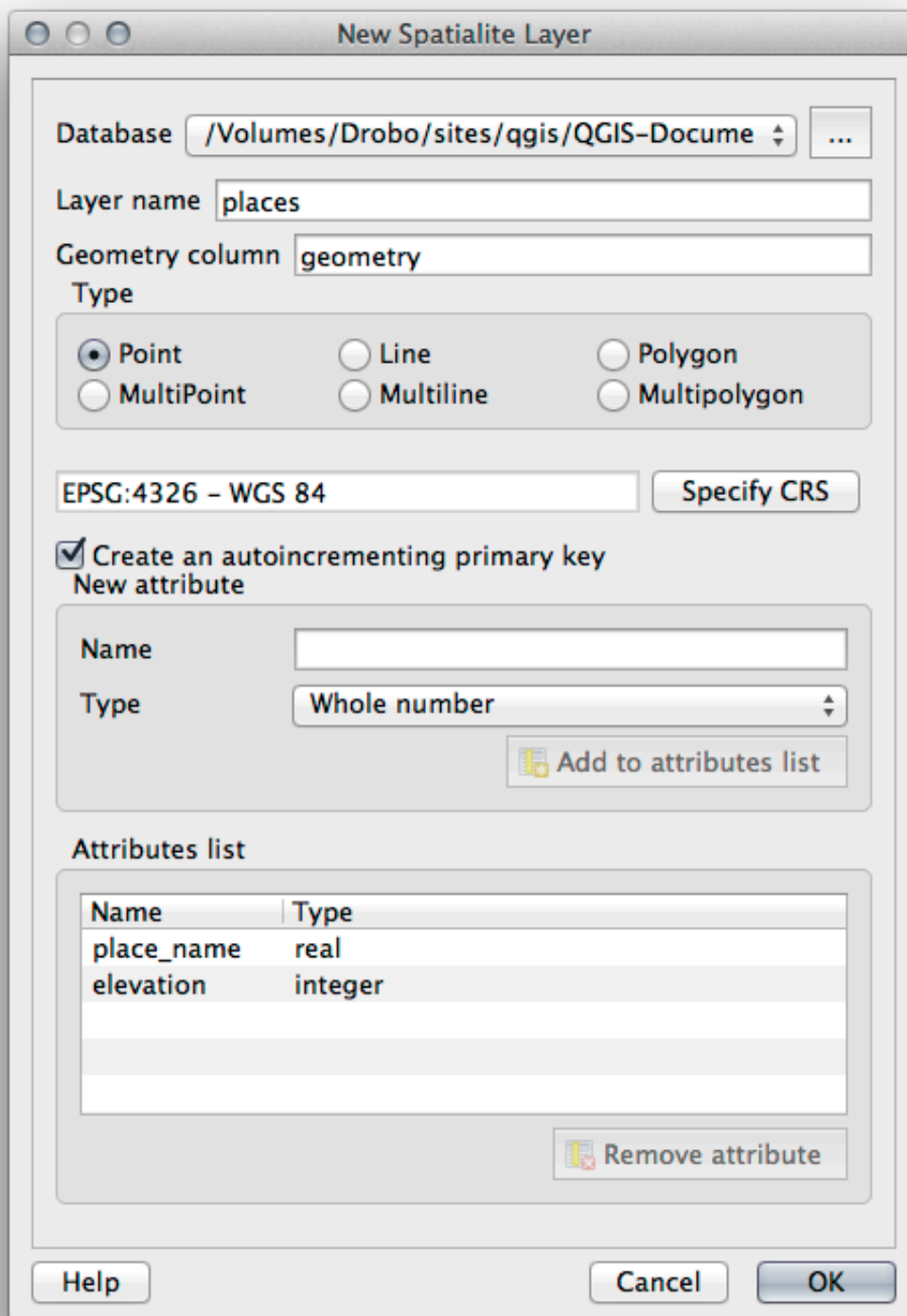
É possibile fare click con il tasto destro sulla tabella e vedere le sue proprietà come già fatto nell'esercizio precedente.

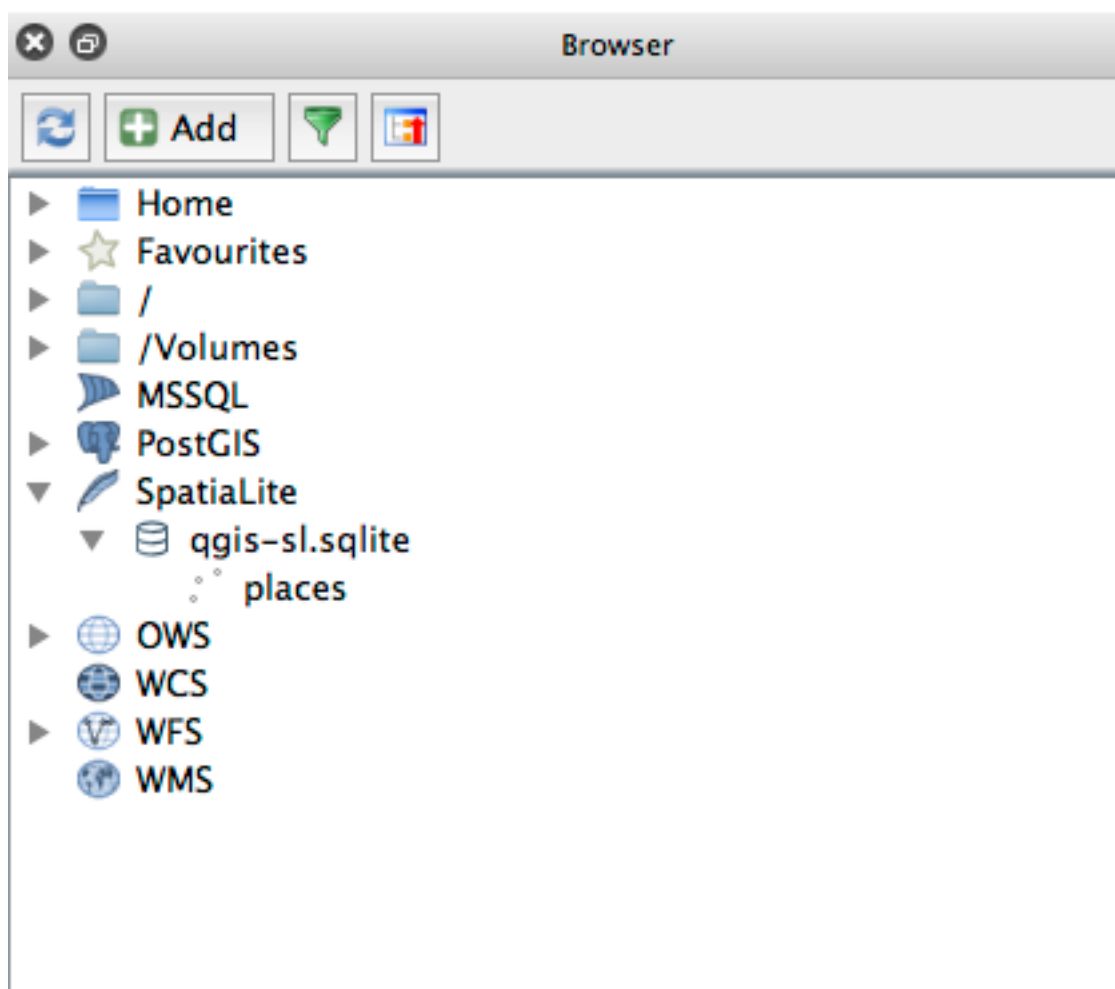
Da qui é possiile iniziare la sessione di modifica ed aggiungere direttamente dati al nuovo database.

We also learned about how to import data into a database using the DB Manager and you can use this same technique to import data into your new SpatiaLite DB.

### 18.3.2 In Conclusion

You have seen how to create SpatiaLite databases, add tables to them and use these tables as layers in QGIS.









---

## Appendix: Contribuire a questo Manuale

---

Per aggiungere materiali a questo corso, è necessario seguire le linee guida in questa Appendice. Non dovete modificare le condizioni in questa Appendice se non per chiarimenti. Questo per garantire che la qualità e la coerenza di questo manuale possano essere mantenute.

### 19.1 Scaricare Risorse

La fonte di questo documento è disponibile su *GitHub* <<https://github.com/qgis/QGIS-Documentation>>\_. Consultare *GitHub.com* <<https://github.com/>>\_ per istruzioni su come utilizzare il sistema git di controllo della versione.

### 19.2 Formato del Manuale

Questo manuale è stato scritto usando *Sphinx* <<https://www.sphinx-doc.org/en/master/>>\_, un generatore di documenti Python che usa `reStructuredText` <<http://docutils.sourceforge.net/rst.html>>\_ linguaggio di markup. Le istruzioni su come utilizzare questi strumenti sono disponibili sui rispettivi siti.

### 19.3 Aggiungere un Modulo

- Per aggiungere un nuovo modulo, creare prima una nuova directory (direttamente sotto il livello superiore della directory: kbd: *qgis-training-manual*) con il nome del nuovo modulo.
- In questa nuova directory, create un file chiamato: kbd: *index.rst*. Lasciate vuoto questo file per ora.
- Aprite il file: kbd: *index.rst* nella directory di primo livello. Le sue prime righe sono:

```
.. toctree::
   :maxdepth: 2

   foreword/index
   introduction/index
```

Noterete che questo è un elenco di nomi di directory, seguito dal nome: `kbd: index`. Ciò indirizza il file di indice di primo livello ai file di indice in ciascuna directory. L'ordine in cui sono elencati determina l'ordine che avranno nel documento.

- Aggiungete il nome del tuo nuovo modulo (cioè il nome che avete dato alla nuova directory), seguito da `/ index`, a questo elenco, ovunque voi vogliate che il vostro modulo appaia.
- Ricordarsi di mantenere logico l'ordine dei moduli, in modo tale che i moduli successivi si basino sulla conoscenza presentata nei moduli precedenti.
- Aprite il file indice del vostro nuovo modulo (`: kbd: [nome modulo] / index.rst`).
- Nella parte superiore della pagina, scrivete una riga di 80 asterischi (\*). Questo rappresenta un'intestazione del modulo.
- Seguitela con una riga contenente la frase di markup `|MOD|` (che sta per «module»), seguita dal nome del vostro modulo.
- Terminatela con un'altra riga di 80 asterischi.
- Lasciate una linea aperta sotto questo.
- Scrivete un breve paragrafo che spieghi lo scopo e il contenuto del modulo.
- Lasciate una riga aperta, quindi aggiungete il testo seguente:

```
.. toctree::
   :maxdepth: 2

   lesson1
   lesson2
```

... dove `lesson1, :kbd: lesson2`, ecc. sono i nomi delle lezioni pianificate.

Il file di indice a livello di modulo sarà simile a questo:

```
*****
|MOD| Module Name
*****

Short paragraph describing the module.

.. toctree::
   :maxdepth: 2

   lesson1
   lesson2
```

## 19.4 Aggiungere una Lezione

Aggiungere una lezione ad un nuovo o esistente modulo:

- Aprire la directory del modulo.
- Apri il file `index.rst` (creato sopra nel caso di nuovi moduli).
- Assicuratevi che il nome della lezione pianificata sia elencato sotto la direttiva `toctree`, come mostrato sopra.
- Create un nuovo file nella directory del modulo.
- Assegnate un nome a questo file esattamente come il nome fornito nel file `index.rst` del modulo e aggiungete l'estensione `.rst`.

---

**Nota:** Per scopi di modifica, un file `.rst` funziona esattamente come un normale file di testo (`.txt`)

---

- Per iniziare a scrivere la lezione, scrivete la frase di markup `|LS|`, seguita dal nome della lezione.
- Nella riga successiva, scrivete una riga di 80 segni di uguale (=).
- Lasciate una linea aperta dopo questo.
- Scrivete una breve descrizione dello scopo previsto della lezione.
- Includere un'introduzione generale all'argomento. Vedere le lezioni esistenti in questo manuale per esempi.
- Sotto questo, inizia un nuovo paragrafo, iniziando con questa frase:

```
**The goal for this lesson:**
```

- Spiegate brevemente il risultato previsto dal completamento di questa lezione.
- Se non riuscite a descrivere l'obiettivo della lezione in una o due frasi, valutate la possibilità di suddividere l'argomento in più lezioni.

Ogni lezione sarà suddivisa in più sezioni, che verranno affrontate successivamente.

## 19.5 Aggiungere una Sezione

Esistono due tipi di sezioni: «segui» e «prova tu stesso».

- Una sezione «seguire» è un insieme dettagliato di istruzioni intese a insegnare al lettore come utilizzare un dato aspetto di QGIS. Questo viene in genere fatto fornendo indicazioni click-by-click il più chiaramente possibile, intervallate da screenshot.
- Una sezione «prova tu stesso» offre al lettore un breve compito per provare da solo. Di solito è associata a una voce nel foglio delle risposte alla fine della documentazione, che mostrerà o spiegherà come completare l'incarico e mostrerà il risultato atteso se possibile.

Ogni sezione ha un livello di difficoltà. Una sezione facile è indicata da `|basic|`, moderata da `|moderate|` e avanzata da `|hard|`.

### 19.5.1 Aggiungere una sezione «segui»

- Per iniziare questa sezione, scrivere la frase di markup del livello di difficoltà previsto (come mostrato sopra).
- Lasciate uno spazio e scrivete `|FA|` (per «segui»).
- Lasciate un altro spazio e scrivete il nome della sezione (usate solo una lettera maiuscola iniziale, così come le maiuscole per i nomi propri).
- Nella riga successiva, scrivete una riga di 80 meno / trattini (-). Assicuratevi che il vostro editor di testo non sostituisca il carattere meno/trattino predefinito con un trattino lungo o un altro carattere.
- Scrivete una breve introduzione alla sezione, spiegandone lo scopo. Quindi fornire istruzioni dettagliate (clic per clic) sulla procedura da dimostrare.
- In ogni sezione, includete link interni, link esterni e screenshot secondo necessità.
- Cercate di terminare ogni sezione con un breve paragrafo che la concluda e conduca naturalmente alla sezione successiva, se possibile.

## 19.5.2 Aggiunta di una sezione «prova tu stesso»

- Per iniziare questa sezione, scrivere la frase di markup del livello di difficoltà previsto (come mostrato sopra).
- Lasciate uno spazio e scrivete |TY| (per «prova tu stesso»).
- Nella riga successiva, scrivete una riga di 80 meno / trattini (-). Assicuratevi che il vostro editor di testo non sostituisca il carattere meno/trattino predefinito con un trattino lungo o un altro carattere.
- Spiegate l'esercizio che volete che il lettore completi. Se necessario, fare riferimento alle sezioni, lezioni o moduli precedenti.
- Includete screenshot per chiarire i requisiti se una semplice descrizione testuale non è chiara.

Nella maggior parte dei casi, vorrete fornire una risposta su come completare il compito fornito in questa sezione. Per fare ciò, dovrete aggiungere una voce nel foglio delle risposte.

- Per prima cosa, decidete un nome univoco per la risposta. Idealmente, questo nome includerà il nome della lezione e un numero crescente.
- Crea un collegamento per questa risposta:

```
:ref:`Check your results <answer-name>`
```

- Apri il foglio delle risposte (answer/answer.rst).
- Crea un collegamento alla sezione «prova tu stesso» scrivendo questa riga:

```
.. _answer-name:
```

- Scrivete le istruzioni su come completare il compito, utilizzando link e immagini dove necessario.
- Per terminare, includete un link alla sezione «prova tu stesso» scrivendo questa riga:

```
:ref:`Back to text <backlink-answer-name>`
```

- Per far funzionare questo collegamento, aggiungete la seguente riga sopra l'intestazione alla sezione «prova tu stesso»:

```
.. _backlink-answer-name:
```

Ricorda che ognuna di queste righe mostrate sopra deve avere una riga vuota sopra e sotto di essa, altrimenti potrebbe causare errori durante la creazione del documento.

## 19.6 Aggiungere una conclusione

- Per terminare una lezione, scrivete la frase: kbd:|C| per «in conclusione», seguita da una nuova riga di 80 meno / trattini (-). Scrivete una conclusione per la lezione, spiegando quali concetti sono stati trattati nella lezione.

## 19.7 Aggiungere un'ulteriore sezione di lettura

- Questa sezione è facoltativa.
- Scrivete la frase: kbd:FR per «ulteriori letture», seguita da una nuova riga di 80 meno / trattini (-).
- Includere collegamenti a siti Web esterni appropriati.

## 19.8 Aggiungere una Sezione Cosa c'è Dopo

- Scrivete la frase: `kbd:|WN|` per «qual è il prossimo», seguita da una nuova riga di 80 meno / trattini (-).
- Spiegate come questa lezione ha preparato gli studenti per la lezione o il modulo successivo.
- Ricordate di cambiare la sezione «cosa c'è dopo» della lezione precedente, se necessario, in modo che si riferisca alla vostra nuova lezione. Ciò sarà necessario se avete inserito una nuova lezione tra lezioni esistenti o dopo una lezione esistente.

## 19.9 Usare Markup

Per aderire agli standard di questo documento, dovrete aggiungere un markup standard al vostro testo.

### 19.9.1 Nuovi concetti

- Se state spiegando un nuovo concetto, dovrete scrivere il nome del nuovo concetto in corsivo racchiudendolo tra asterischi (\*).

```
This sample text shows how to introduce a *new concept*.
```

### 19.9.2 Enfasi

- Per enfatizzare un termine cruciale che non è un nuovo concetto, scrivi il termine in grassetto racchiudendolo tra doppi asterischi (\*\*).
- Usatelo con parsimonia! Se usato troppo, al lettore può sembrare che voi stiate gridando o siate condiscendenti.

```
This sample text shows how to use **emphasis** in a sentence. Include the punctuation mark if it is followed by a **comma,** or at the **end of the sentence.**
```

### 19.9.3 Immagini

- Quando si aggiunge un'immagine, salvarla nella cartella `_static/lesson_name/`.
- Includetelo nel documento in questo modo:

```
.. figure:: img/image_file.extension
   :align: center
```

- Ricordate di lasciare una linea aperta sopra e sotto il markup dell'immagine.

### 19.9.4 Collegamenti interni

- Per creare un'ancoraggio per un collegamento, scrivi la riga seguente sopra il punto in cui desideri che il collegamento punti:

```
.. _link-name:
```

- Per creare un collegamento, aggiungete questa linea:

```
:ref:`Descriptive link text <link-name>`
```

- Ricordate di lasciare una linea aperta sopra e sotto questa linea.

### 19.9.5 Collegamenti Esterni

- Per creare un collegamento esterno, scrivetelo in questo modo:

```
`Descriptive link text <link-url>`_
```

- Ricordate di lasciare una linea aperta sopra e sotto questa linea.

### 19.9.6 Usare testo monospazio

- Quando scrivete del testo che l'utente deve inserire, un nome di percorso o il nome di un elemento del database come il nome di una tabella o di una colonna, devi scriverlo in `monospaced text`. Per esempio:

```
Enter the following path in the text box: :kbd:`path/to/file`.
```

### 19.9.7 Etichettare gli elementi della GUI

- Se vi riferite a un elemento della GUI, come un pulsante, dovete scrivere il suo nome in: `guilabel: the GUI label format`. Per esempio:

```
To access this tool, click on the :guilabel:`Tool Name` button.
```

- Questo vale anche se state citando il nome di uno strumento senza richiedere all'utente di fare clic su un pulsante.

### 19.9.8 Selezione Menu

- Se state guidando un utente attraverso i menu, devi usare: `menuselection: menu -> selection -> format`. Per esempio:

```
To use the :guilabel:`Tool Name` tool, go to :menuselection:`Plugins --> Tool Type --> Tool Name`.
```

### 19.9.9 Aggiunta di note

- Potreste aver bisogno di una nota nel testo, che spieghi dettagli extra che non possono essere facilmente inseriti nel flusso della lezione. Questo è il markup:

```
[Normal paragraph.]

.. note:: Note text.
    New line within note.

    New paragraph within note.

[Unindented text resumes normal paragraph.]
```

### 19.9.10 Aggiunta di una nota di sponsorizzazione/paternità

Se state scrivendo un nuovo modulo, lezione o sezione per conto di uno sponsor, dovete includere un breve messaggio dello sponsor a sua scelta. Questo deve notificare al lettore il nome dello sponsor e deve apparire sotto l'intestazione del modulo, della lezione o della sezione che ha sponsorizzato. Tuttavia, potrebbe non essere una pubblicità per la loro azienda.

Se vi siete offerti volontari per scrivere un modulo, una lezione o una sezione a vostro piacimento e non per conto di uno sponsor, potete includere una nota sull'autore sotto l'intestazione del modulo, della lezione o della sezione che avete creato. Deve assumere la forma `Questo [module/lesson/section] contribuito da [nome dell'autore]` . Non aggiungete ulteriore testo, dettagli di contatto, ecc. Tali dettagli devono essere aggiunti nella sezione «Collaboratori della Prefazione, insieme al nome(i) della parte(i) che avete aggiunto. Se avete apportato solo miglioramenti, correzioni e / o aggiunte, elencate voi stessi come editore.

## 19.10 Grazie!

Grazie per aver contribuito a questo progetto! In questo modo, stai rendendo QGIS più accessibile agli utenti e aggiungendo valore al progetto QGIS nel suo complesso.





---

## Preparazione dei dati dell'esercizio

---

---

**Nota:** Questo processo è inteso per organizzatori di corsi o per utenti QGIS con maggiore esperienza, i quali desiderano creare campo di dati georeferenziati per i loro corsi. I dataset predefiniti sono forniti con il Manuale di Formazione, ma puoi seguire queste istruzioni se desideri sostituire i dataset predefiniti.

---

The *sample data provided* with the Training Manual refers to the town of Swellendam and its surroundings. Swellendam is located about 2 hours' east of Cape Town in the Western Cape of South Africa. The dataset contains feature names in both English and Afrikaans.

Chiunque può usare questo dataset senza difficoltà, ma potresti preferire usare dati del tuo paese o della tua città. Se tu scegli di fare così, i tuoi dati georeferenziati verranno usati in tutte le lezioni dal Modulo 3 al Modulo 7.2. In seguito o moduli usano sorgenti di dati più complessi che potrebbero essere o non essere disponibili per la tua regione.


---

**Nota:** Queste istruzioni presuppongono che tu abbia una buona conoscenza di QGIS e non sono finalizzate ad essere usate come materiale di insegnamento.

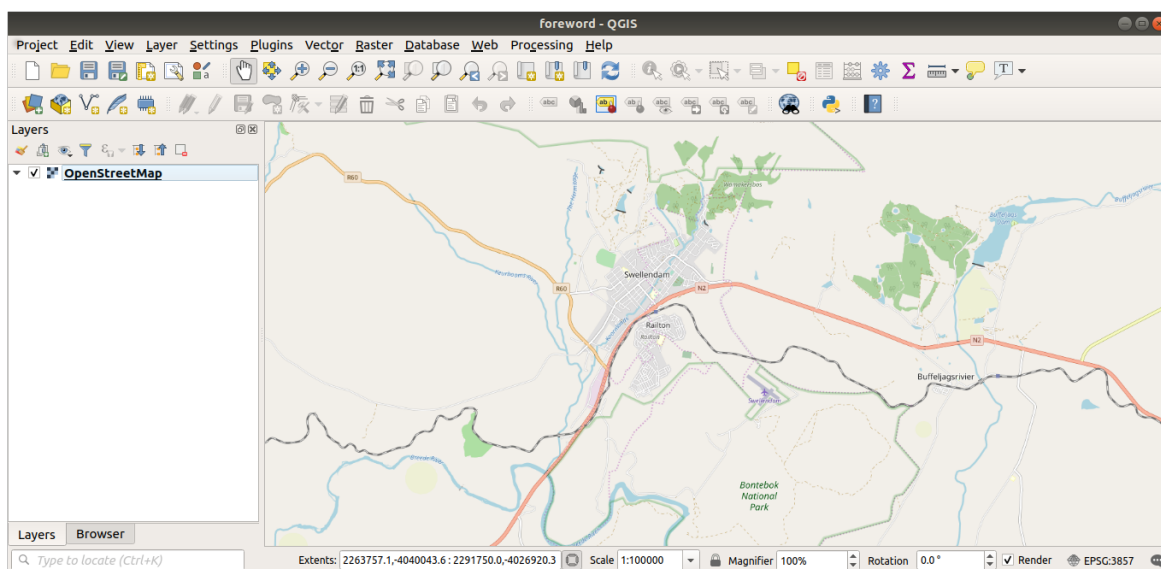
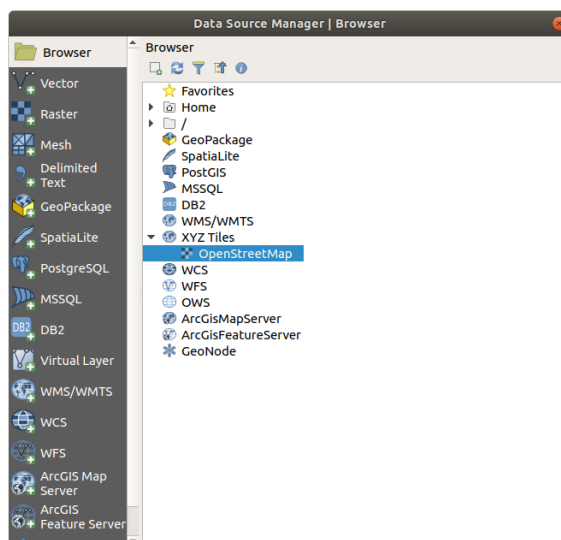
---

### 20.1 Try Yourself Create OSM based vector Files

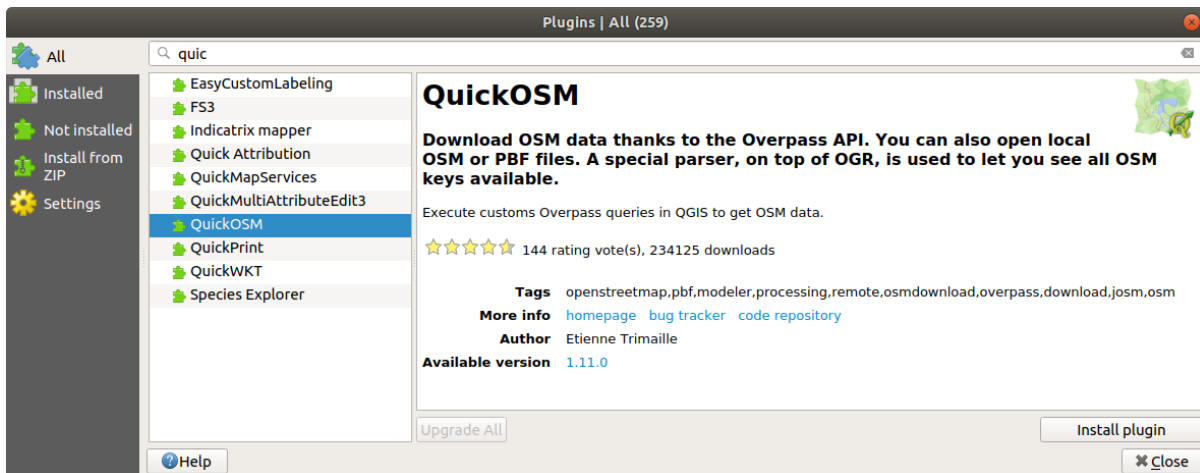
Se desideri sostituire i dati predefiniti con i dati georeferenziati del tuo corso, questo può essere facilmente fatto con gli strumenti costruiti in QGIS. La regione che tu scegli di usare dovrebbe avere un buon insieme di aree rurali ed urbane, contenere strade di livello diverso, aree con confini (quali riserve naturali o fattorie) e superfici con acqua, quali corsi d'acqua e fiumi.

1. Apri un nuovo progetto QGIS
2. Select *Layer*  *Data Source Manager* to open the *Data Source Manager* dialog
3. In the *Browser* tab, expand the *XYZ Tiles* drop-down menu and double-click the *OpenStreetMap* item.  
A map of the world is now visible on the map canvas.
4. Close the *Data Source Manager* dialog
5. Move to the area you'd like to use as study area

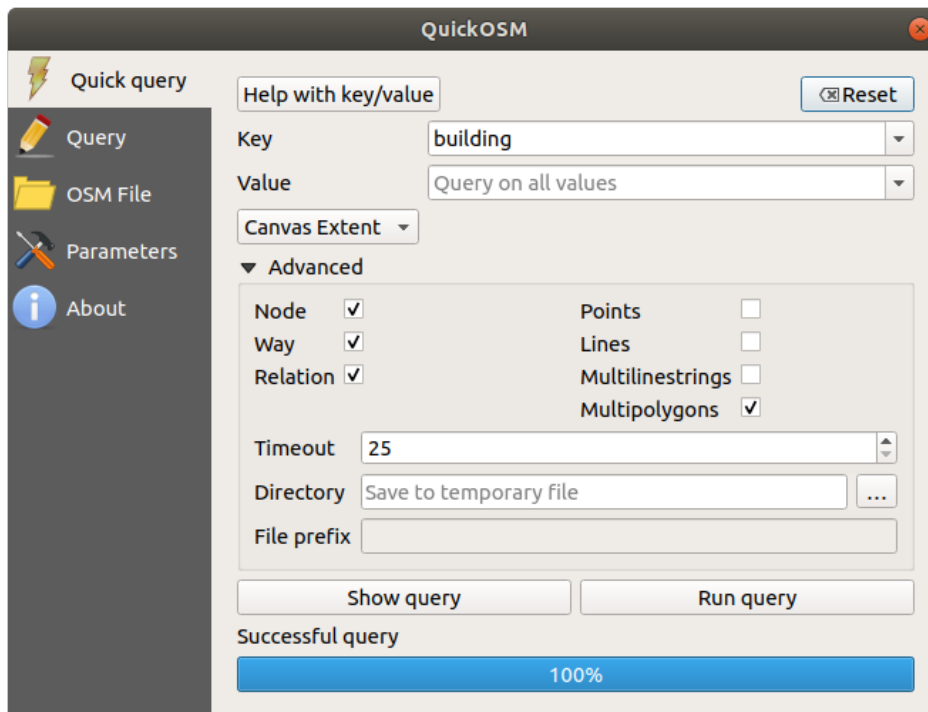
Now that we have the area we'll extract the data from, let's enable the extraction tools.



1. Go to *Plugins* [Manage/Install Plugins...](#)
2. In the *All* tab, type QuickOSM in the search box
3. Select the QuickOSM plugin, press *Install Plugin* and then *Close* the dialog.




4. Execute the new plugin from *Vector* [QuickOSM](#) [QuickOSM...](#) menu
5. In the *Quick query* tab, select *building* in the *Key* drop-down menu
6. Leave the *Value* field empty, meaning that you are querying all buildings.
7. Select *Canvas Extent* in the next drop-down menu
8. Expand the *Advanced* group below and uncheck all geometry types on the right except *Multipolygons*.
9. Press *Run query*

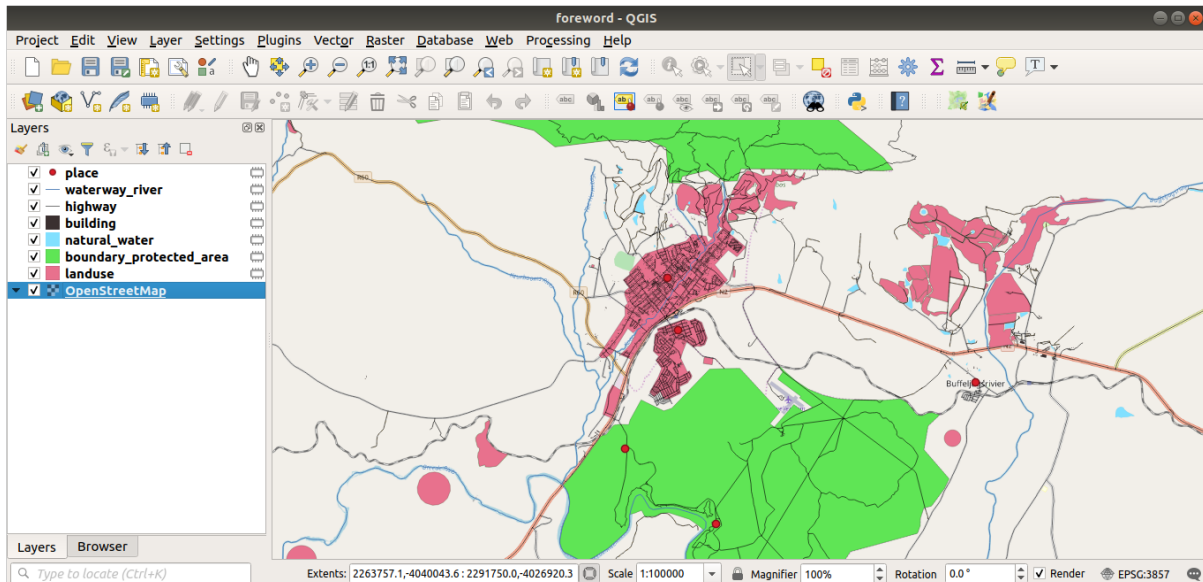


A new building layer is added to the *Layers* panel, showing buildings in the selected extent.

10. Proceed as above to extract other data:
  1. Key = `landuse` and *Multipolygons* geometry type.

2. Key = boundary, Value = protected\_area and Multipolygons geometry type.
3. Key = natural, Value = water and Multipolygons geometry type.
4. Key = highway and check Lines and Multilines geometry types.
5. Key = waterway, Value = river and check Lines and Multilines geometry types.
6. Key = place and Points geometry type.


This process adds the layers as temporary files (indicated by the  icon next to their name).




You can sample the data your region contains in order to see what kind of results your region will yield.

We now need to save the resulting data to use during your course. We'll be using ESRI Shapefile, GeoPackage and SpatiaLite formats depending on the data.

To convert the *place* temporary layer to another format:

1. Click the  icon next to the *place* layer to open the *Save Scratch Layer* dialog.


---

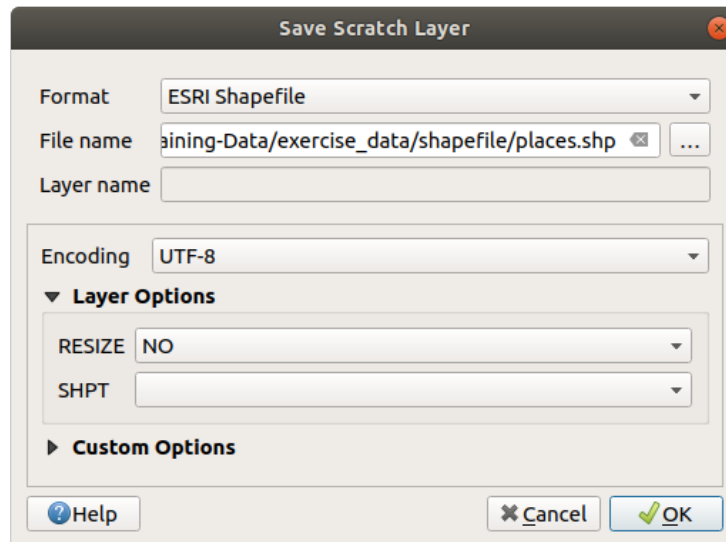
**Nota:** If you need to change any of the temporary layer's properties (CRS, extent, fields...), use the *Export*  *Save Features as...* contextual menu instead, and ensure the *Add saved file to map* option is checked. This adds a new layer.

---


2. Select the *ESRI Shapefile* format
3. Use the ... button to browse to the `exercise_data/shapefile/` folder and save the file as `places.shp`.
4. Premi *OK*

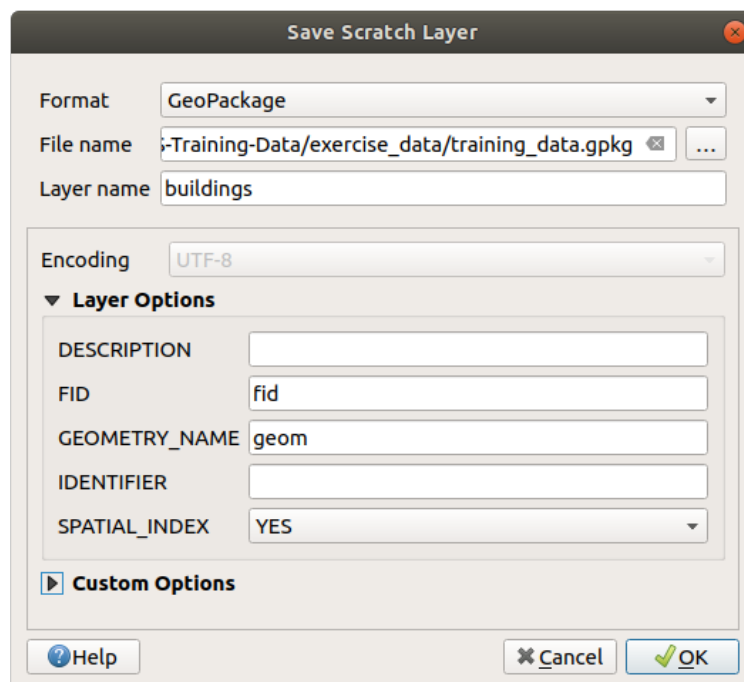
In the *Layers* panel, the temporary *place* layer is replaced with the saved *places* shapefile layer and the temporary icon next to it removed.

5. Double-click the layer to open its *Layer Properties*  *Source* tab and update the *Layer name* property to match the file name.
6. Repeat the process for other layers, renaming them as follows:
  - `natural_water` into `water`
  - `waterway_river` into `rivers`
  - `boundary_protected_area` into `protected_areas`




Each resulting data set should be saved in the `exercise_data/shapefile/` directory. The next step is to create a GeoPackage file from the *building* layer to use during the course:

1. Click the  icon next to the *building* layer
2. Select the *GeoPackage* format
3. Save the file as `training_data.gpkg` under the `exercise_data/` folder
4. By default, the *Layer name* is filled as the file name. Replace it with `buildings`.

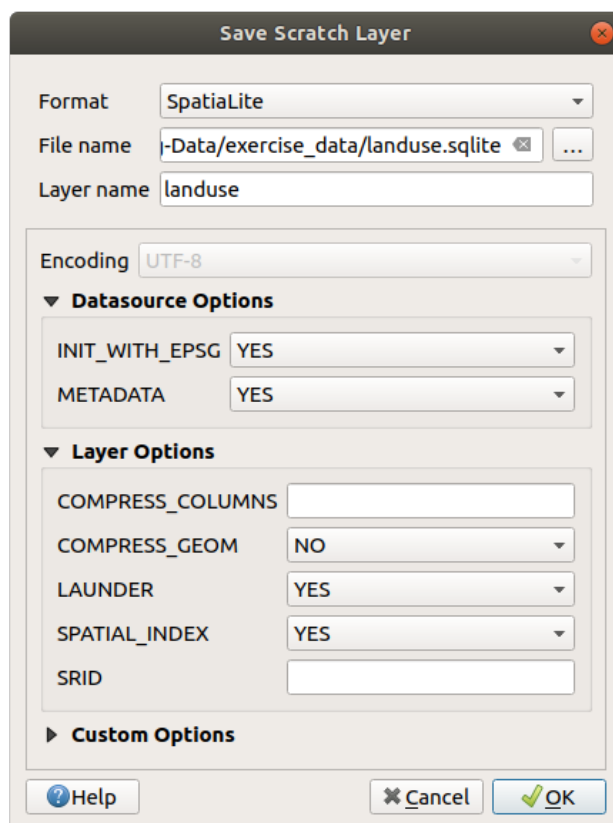


5. Premi *OK*
6. Rename the layer in its properties dialog
7. Repeat the process with the *highway* layer, saving it as `roads` in the same GeoPackage database.

The last step is to save the remaining temporary file as a SpatialLite file.

1. Click the  icon next to the *landuse* layer

2. Select the *SpatiaLite* format
3. Save the file as `landuse.sqlite` under the `exercise_data/` folder. By default, the *Layer name* is filled as the file name. Do not change it.



4. Premi *OK*



You should now have a map which looks something like this (the symbology will certainly be very different, because QGIS randomly assigns colors when layers are added to the map):

The important thing is that you have 7 vector layers matching those shown above and that all those layers have some data.

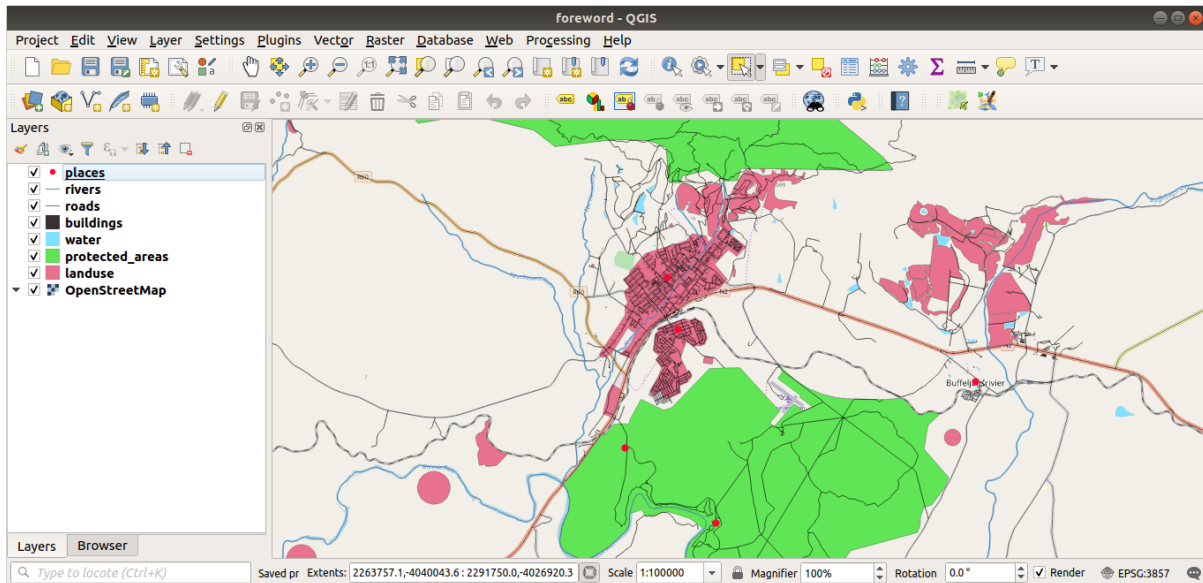
## 20.2 Try Yourself Crea un DEM SRTM tiff

For modules *Module: Creare dati vettoriali* and *Module: Raster*, you'll also need raster images (SRTM DEM) which cover the region you have selected for your course.

The **CGIAR-CGI** provides some SRTM DEM you can download from <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>.

You'll need images which cover the entire region you have chosen to use. To find the extent coordinates, in QGIS,  zoom to the extent of the largest layer and pick the values in the  *Extents* box of the status bar. Keep the *GeoTiff* format. Once the form is filled, click on the *Click here to Begin Search >>* button and download the file(s).

Una volta che hai scaricato il file (i files) richiesto, dovranno essere salvati nella cartella `exercise_data`, all'interno delle sottocartelle `raster/SRTM`.



## 20.3 Try Yourself Crea un Files tiff di immagine

In Module *Module: Creare dati vettoriali*, *Follow Along: Fonti dei dati* lesson shows close-up images of three school sports fields which students are asked to digitize. You'll therefore need to reproduce these images using your new SRTM DEM tiff file(s). There is no obligation to use school sports fields: any three school land-use types can be used (e.g. different school buildings, playgrounds or car parks).

For reference, the image in the example data is:

## 20.4 Try Yourself Sostituisci gli Emblemi

Having created your localised dataset, the final step is to replace the tokens in the `substitutions.txt` file so that the appropriate names will appear in your localised version of the Training Manual.

Gli emblemi che hai bisogno di sostituire sono i seguenti:

- `majorUrbanName`: this defaults to «Swellendam». Replace with the name of the major town in your region.
- `schoolAreaType1`: this defaults to «athletics field». Replace with the name of the largest school area type in your region.
- `largeLandUseArea`: this defaults to «Bontebok National Park». Replace with the name of a large landuse polygon in your region.
- `srtmFileName`: this defaults to `srtm_41_19.tif`. Replace this with the filename of your SRTM DEM file.
- `localCRS`: this defaults to `WGS 84 / UTM 34S`. You should replace this with the correct CRS for your region.







### 21.1 Results For *Un'introduzione all'Interfaccia*

#### 21.1.1 *Introduzione (Parte 1)*

Fate riferimento all'immagine che mostra il layout dell'interfaccia e verificate di ricordare i nomi e le funzioni degli elementi dello schermo.

*Torna al testo*

#### 21.1.2 *Introduzione (Parte 2)*

1. *Salva come...*
2. *Zoom al layer*
3. *Inverti selezione*
4. *Rendering on/off*
5. *Misura linea*

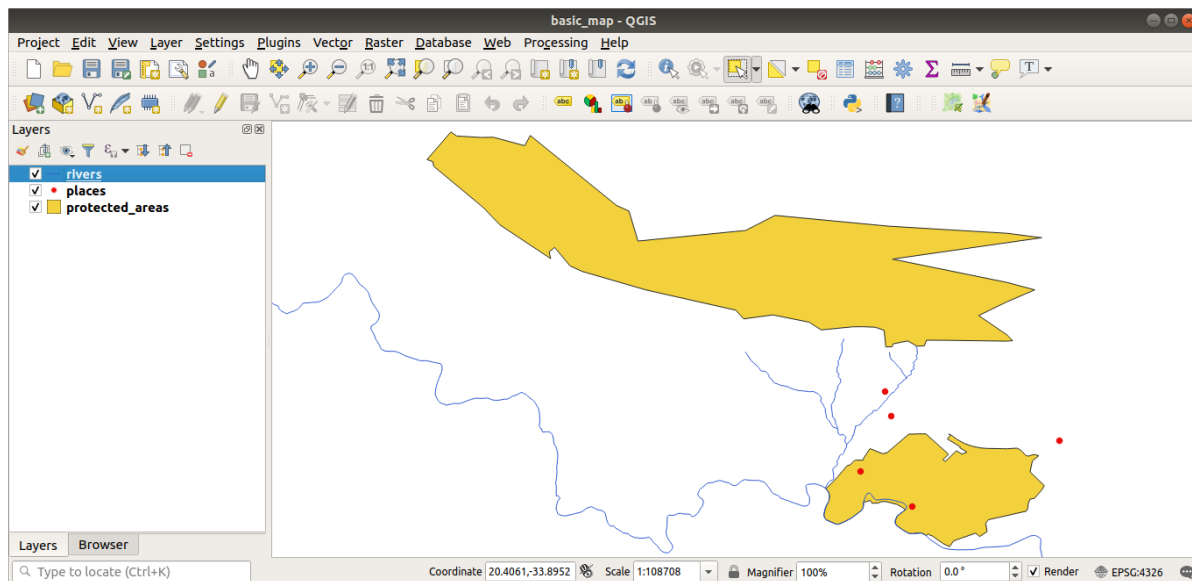
*Torna al testo*

### 21.2 Results For *Aggiungere i primi layer*

#### 21.2.1 *Preparazione*

Nell'area principale della finestra di dialogo dovrete vedere molte forme con colori diversi. Ogni forma appartiene a un livello che potete identificare dal suo colore nel pannello di sinistra (i vostri colori potrebbero essere diversi da quelli sotto):

*Torna al testo*



## 21.2.2 Caricamento dati


La tua mappa dovrebbe avere sette layer:

- *protected\_areas*
- *places*
- *rivers*
- *roads*
- *landuse*
- *buildings* (presi da `training_data.gpkg`) e
- *water* (presi da `exercise_data/shapefile`).

*Torna al testo*

## 21.3 Results For Simbologia

### 21.3.1 Colori

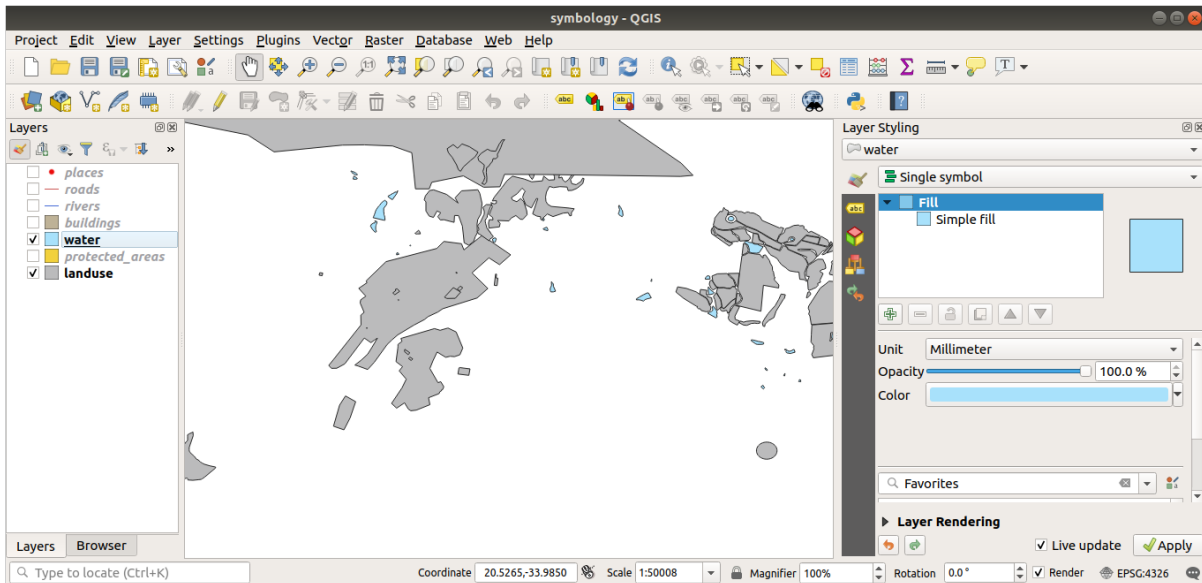
- Verifica che i colori siano cambiati come ti aspettavi.
- È sufficiente scegliere il layer *water* nella legenda e poi cliccare il pulsante  Apri il pannello Stile Layer! . Cambia il colore con uno coerente con i layer acqua (*water*).

---

**Nota:** Se desiderate lavorare su un solo livello alla volta e non volete che gli altri livelli vi distraggano, potete nascondere un livello facendo clic sulla casella di controllo accanto al suo nome nell'elenco dei livelli. Se la casella è vuota, il livello è nascosto.

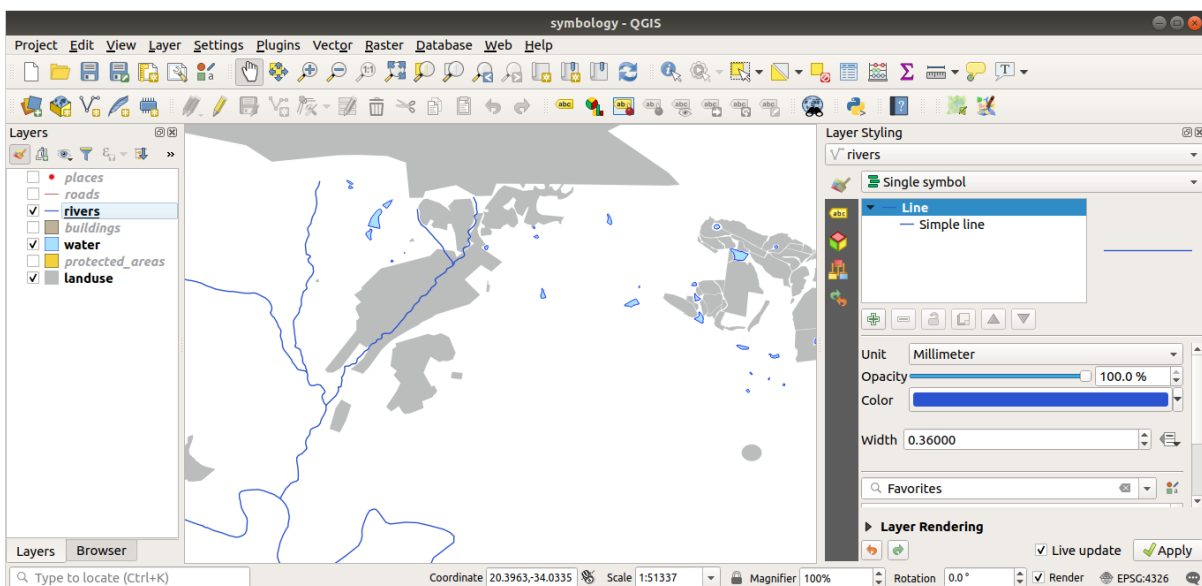
---

*Torna al testo*



### 21.3.2 Struttura simbolo

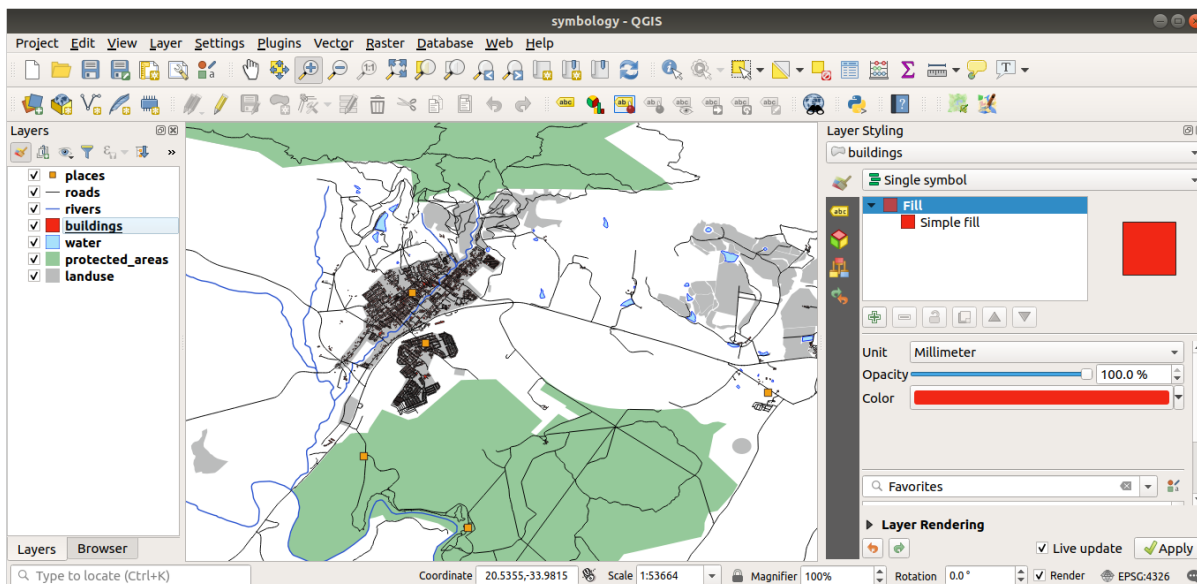
La vostra mappa ora dovrebbe apparire come questa:



Se sei un utente di livello principiante, puoi fermarti qui.

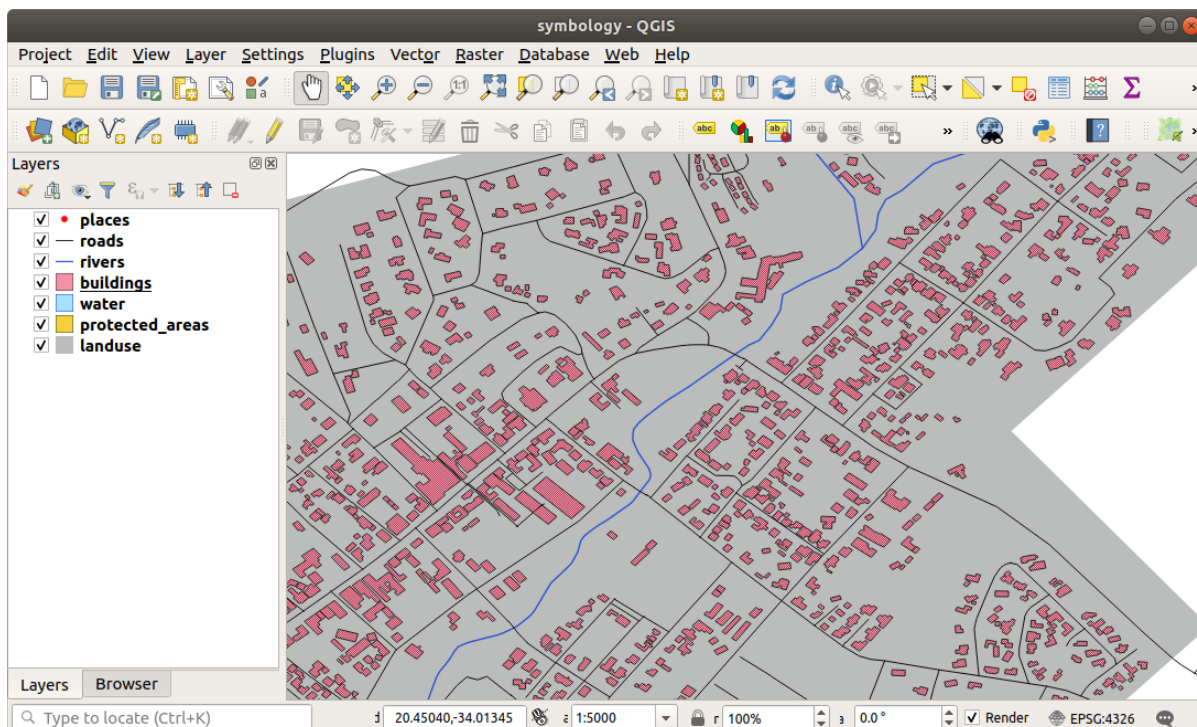
- Usate il metodo sopra per cambiare i colori e gli stili per tutti i livelli rimanenti.
- Provate a usare colori naturali per gli oggetti. Ad esempio, una strada non dovrebbe essere rossa o blu, ma può essere grigia o nera.
- Sentiti libero di sperimentare con differenti impostazioni di *Stile riempimento* e *Stile tratto* per i poligoni.

*Torna al testo*



### 21.3.3 Layer simbolo

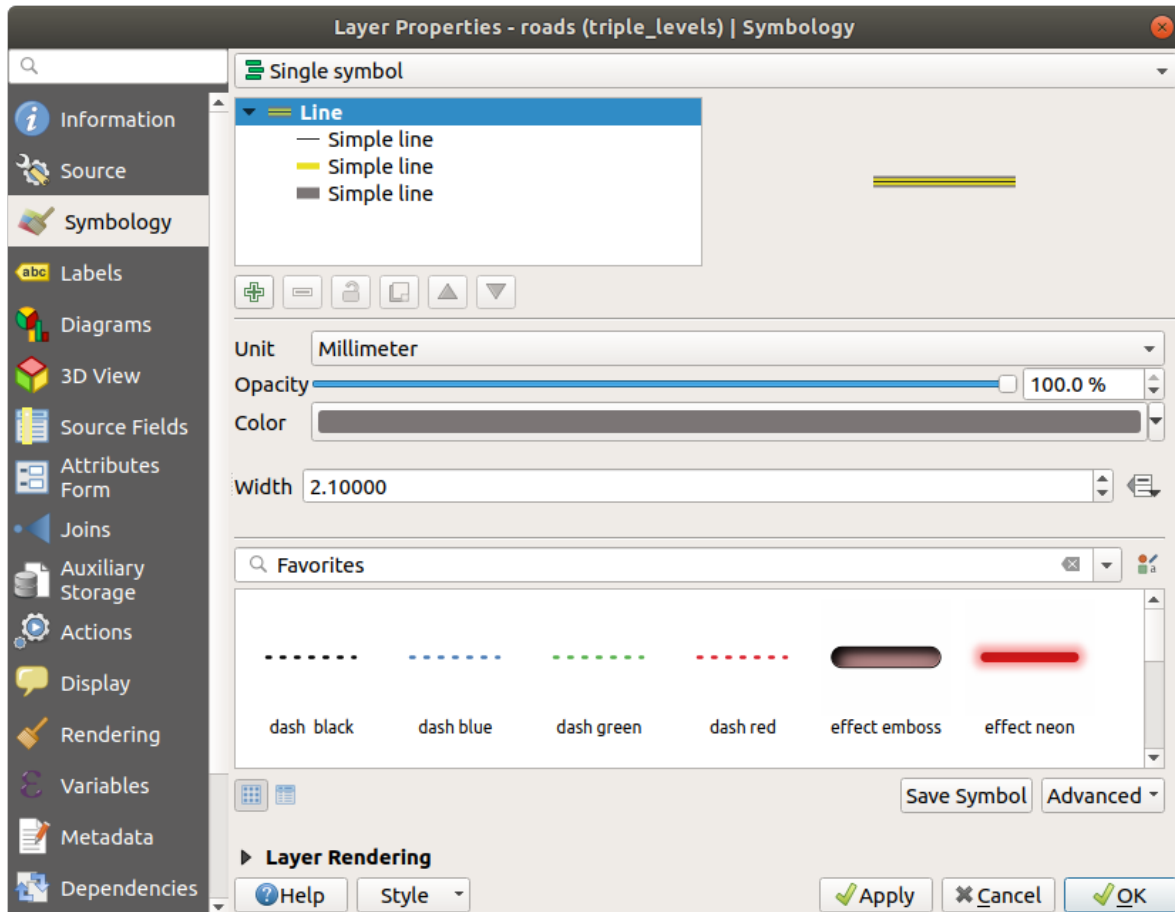
Personalizza il layer *buildings* come preferisci, ma ricorda che deve essere facile vedere livelli separati sulla mappa. Ecco un esempio:



*Torna al testo*

## 21.3.4 Livelli simbolo

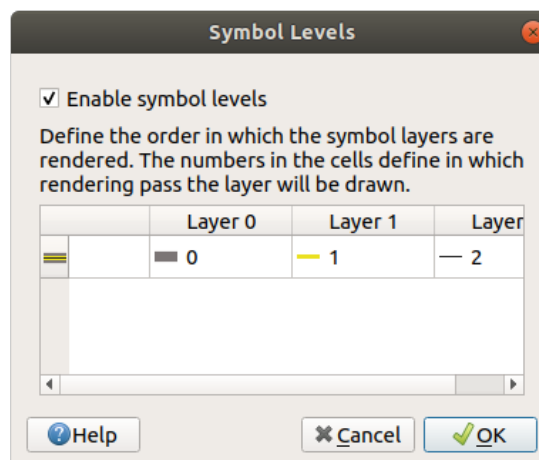
Per fare il simbolo richiesto, hai bisogno di tre livelli:



Il simbolo del livello più basso è una linea grigia, larga e uniforme. Sopra di essa c'è una linea gialla stretta e uniforme e infine una linea nera più sottile e uniforme.

Se il tuo simbolo somiglia a quello sopra ma non è il risultato voluto:

1. Controllo che i livelli del tuo simbolo appaiano come questi:



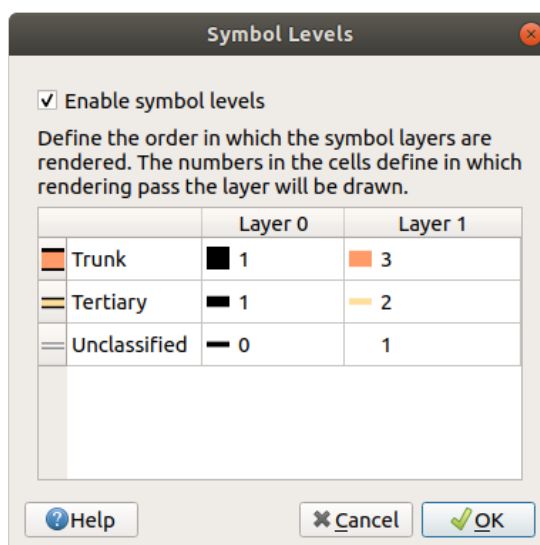
2. Ora la tua mappa dovrebbe apparire come questa:

*Torna al testo*



### 21.3.5 Livelli simbolo

1. Regola i livelli del tuo simbolo con questi valori:

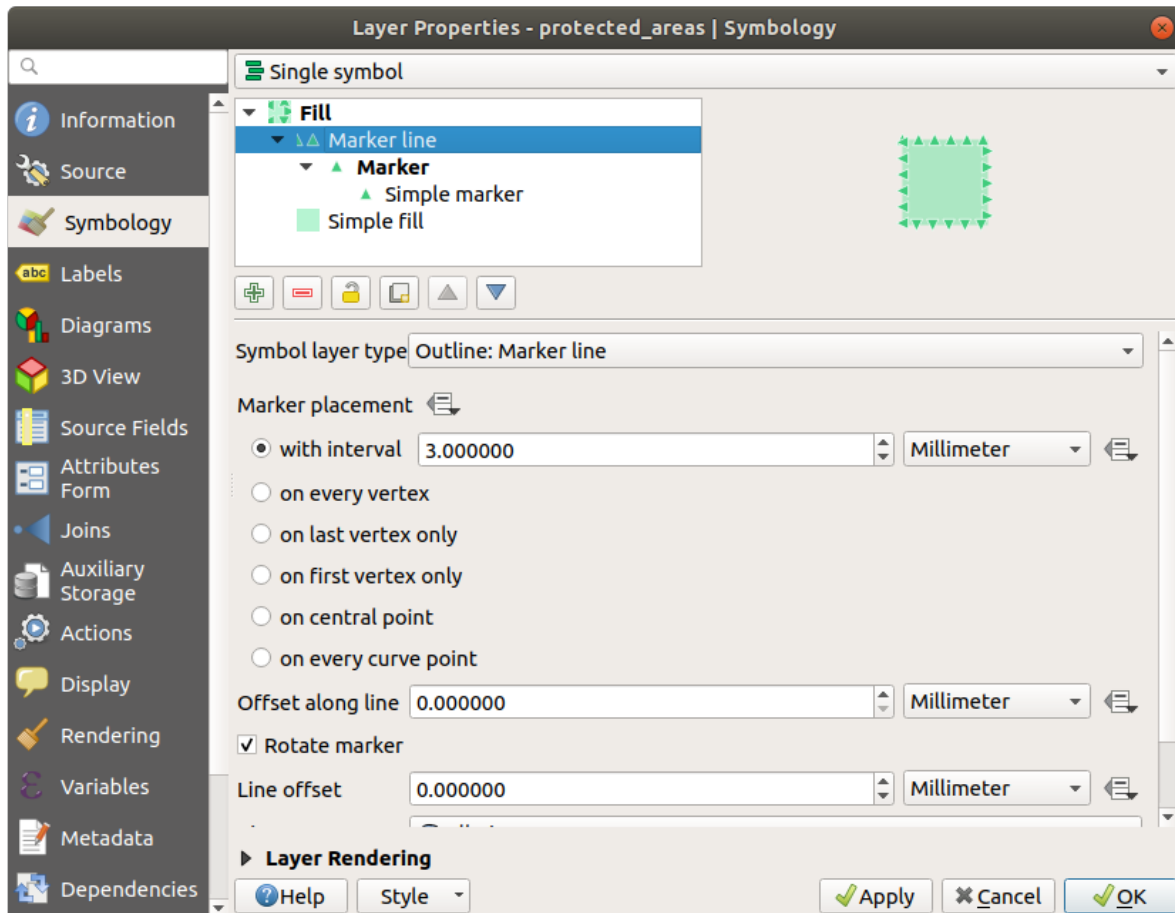


2. Prova con diversi valori per avere risultati differenti.
3. Apri la tua mappa originale prima di continuare con il prossimo esercizio.

*Torna al testo*



## 21.4 Simboli contorno

Qui ci sono degli esempi di struttura simbolo:

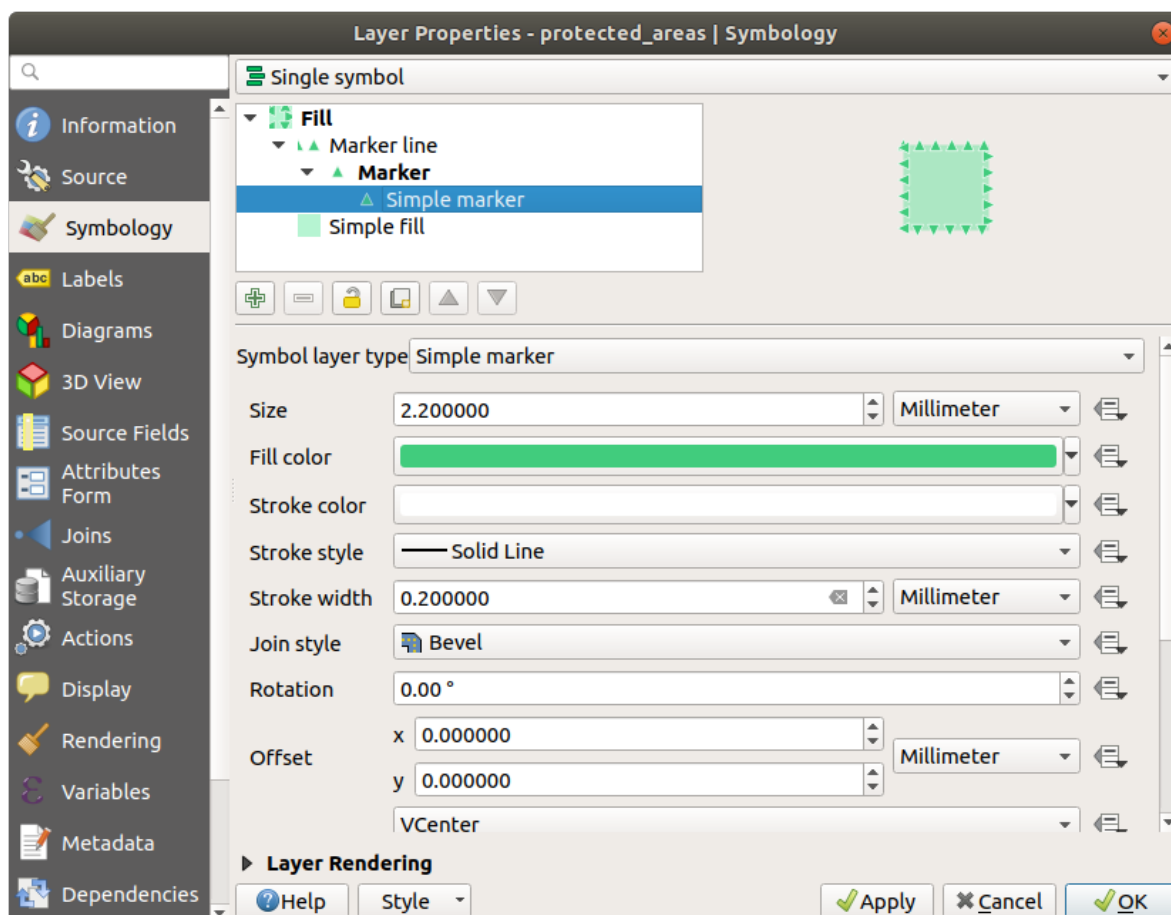


*Torna al testo*

### 21.4.1 Geometry generator symbology


- Click on the  button to add another Symbol level.
- Move the new symbol at the bottom of the list clicking the  button.
- Choose a good color to fill the water polygons.
- Click on *Marker* of the Geometry generator symbology and change the circle with another shape as your wish.
- Try experimenting other options to get more useful results.

*Back to text*




## 21.5 Results For Vector Attribute Data

### 21.5.1 Exploring Vector Data Attributes

- There should be 9 fields in the *rivers* layer:
  1. Select the layer in the *Layers* panel.
  2. Right-click and choose *Open Attribute Table*, or press the  button on the *Attributes Toolbar*.
  3. Count the number of columns.

---

**Suggerimento:** A quicker approach could be to double-click the *rivers* layer, open the *Layer properties*  *Fields* tab, where you will find a numbered list of the table's fields.

---

- Information about towns is available in the *places* layer. Open its attribute table as you did with the *rivers* layer: there are two features whose *place* attribute is set to town: *Swellendam* and *Buffeljagsrivier*. You can add comment on other fields from these two records, if you like.
- The name field is the most useful to show as labels. This is because all its values are unique for every object and are very unlikely to contain *NULL* values. If your data contains some *NULL* values, do not worry as long as most of your places have names.

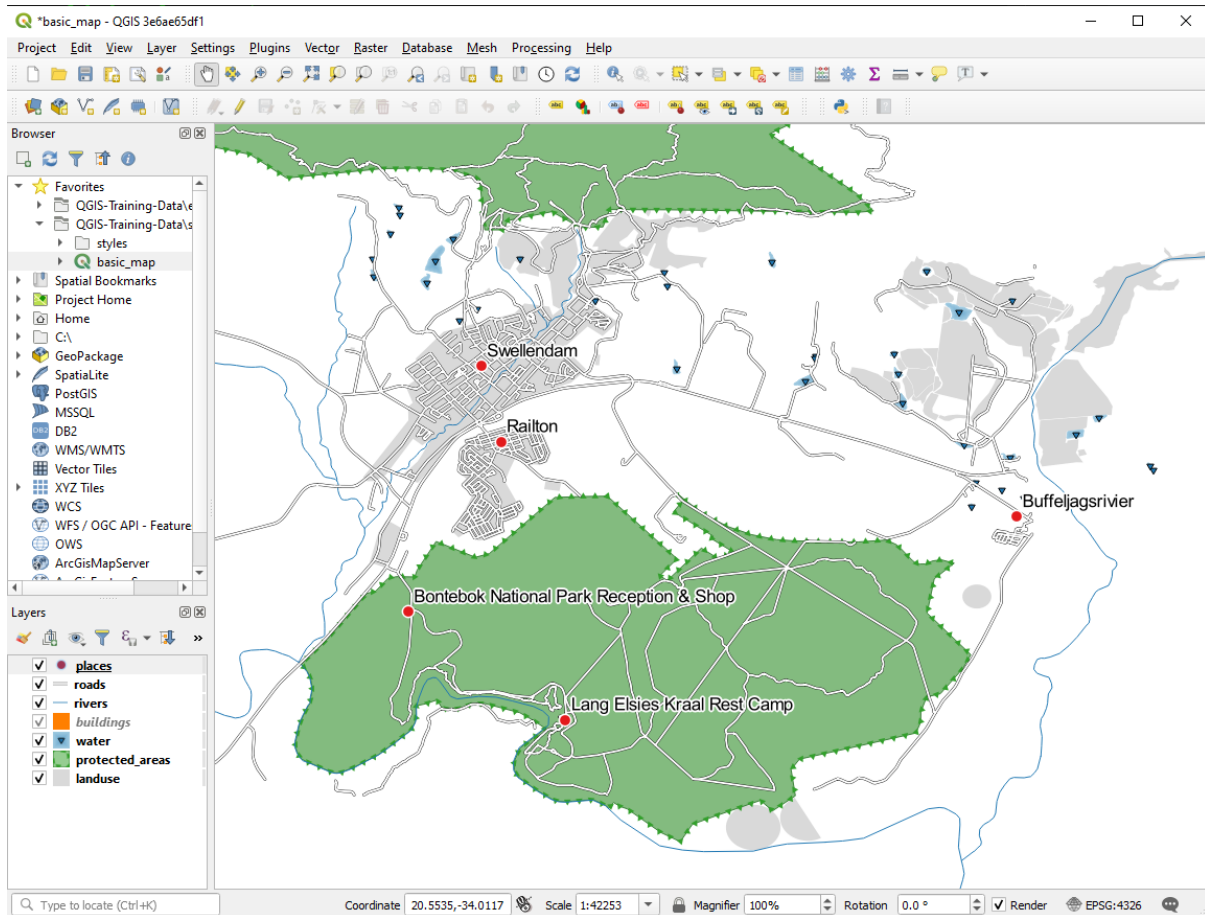
*Back to text*



## 21.6 Results For Labels

### 21.6.1 Label Customization (Part 1)

Your map should now show the marker points and the labels should be offset by 2mm. The style of the markers and labels should allow both to be clearly visible on the map:



[Back to text](#)

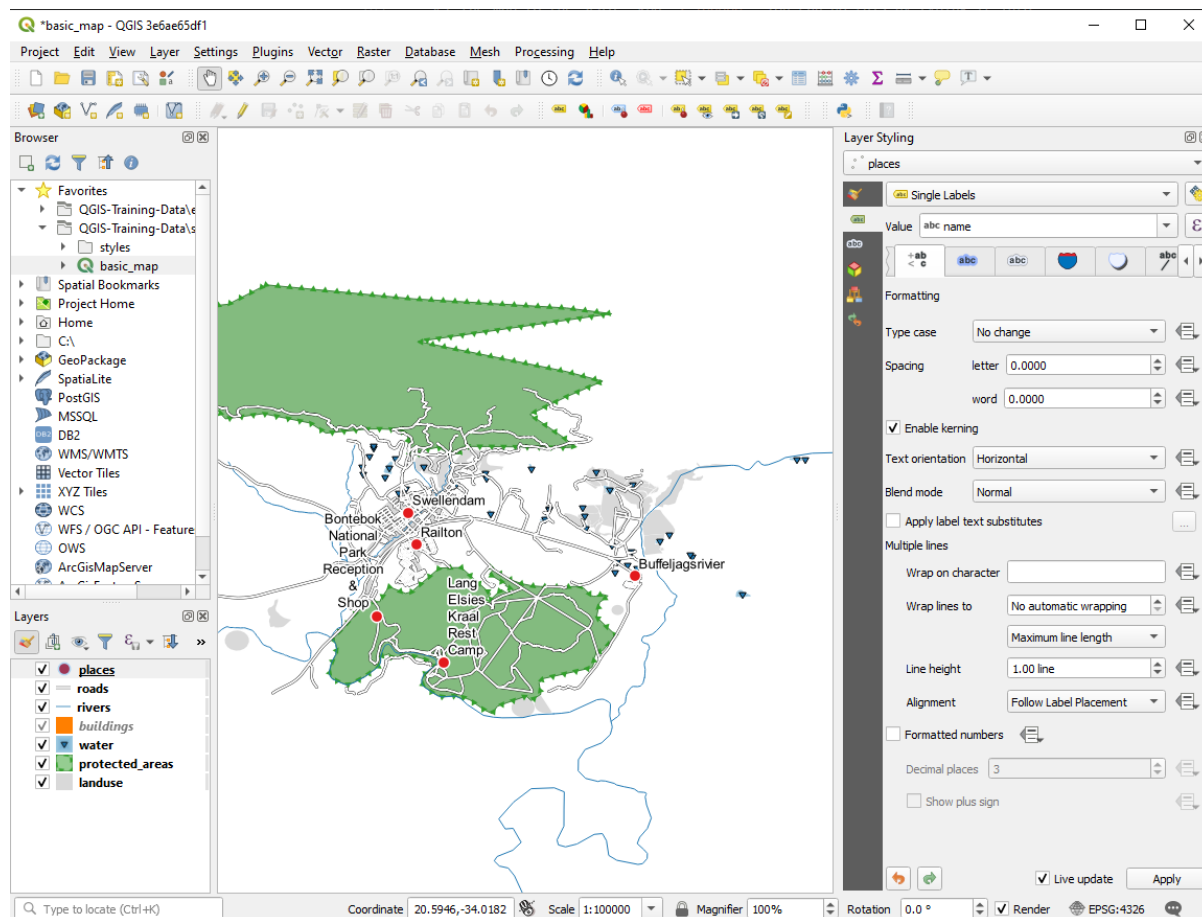
### 21.6.2 Label Customization (Part 2)

One possible solution has this final product:


To arrive at this result:

- Use a font size of 10
- Use an around point placement distance of 1.5 mm
- Use a marker size of 3.0 mm
- In addition, this example uses the *Wrap on character* option:
- Enter a `space` in this field and click *Apply* to achieve the same effect. In our case, some of the place names are very long, resulting in names with multiple lines which is not very user friendly. You might find this setting to be more appropriate for your map.

[Back to text](#)



## 21.6.3 Using Data Defined Settings

1. Still in edit mode, set the FONT\_SIZE values to whatever you prefer. The example uses 16 for towns, 14 for suburbs, 12 for localities, and 10 for hamlets.
2. Remember to save changes and exit edit mode
3. Return to the *Text* formatting options for the `places` layer and select FONT\_SIZE in the *Attribute field* of the font size  data defined override dropdown:

Your results, if using the above values, should be this:

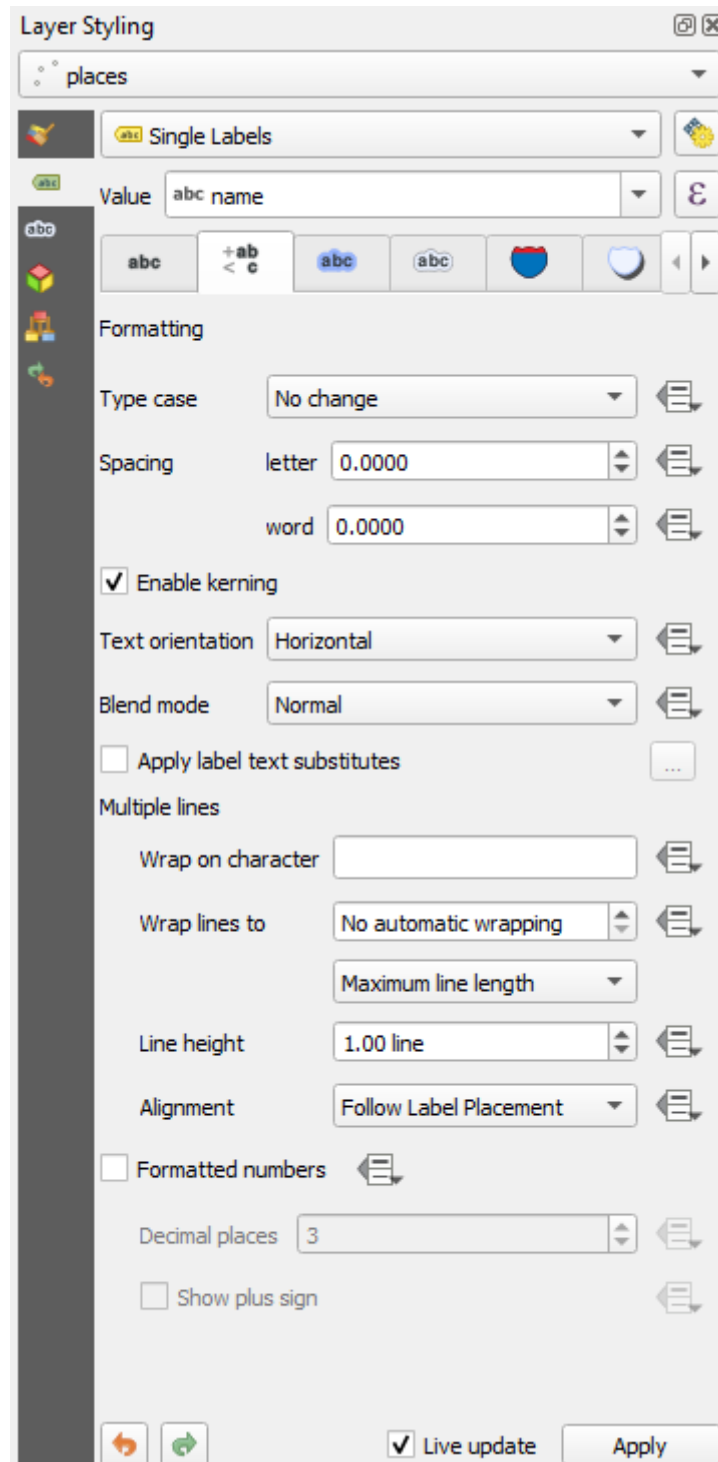
*Back to text*

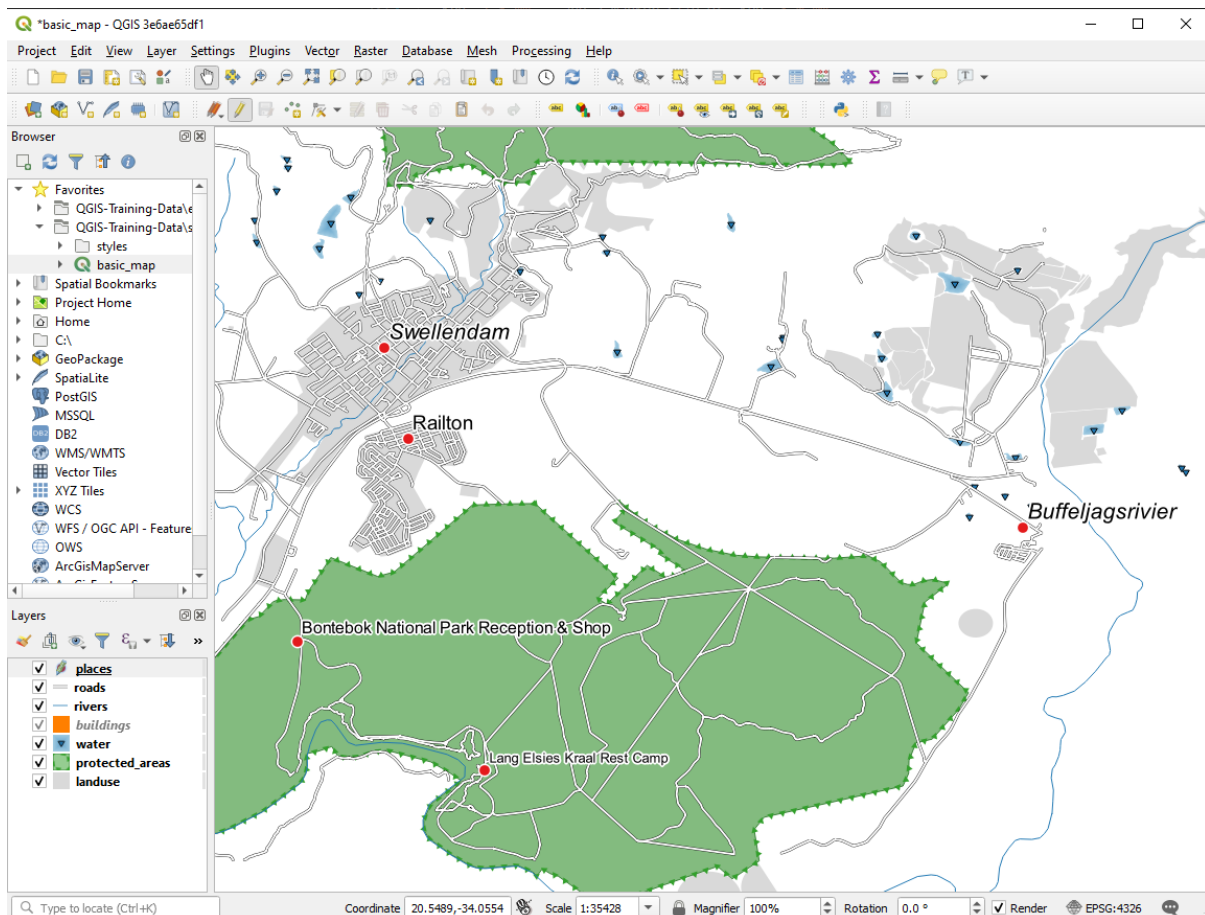
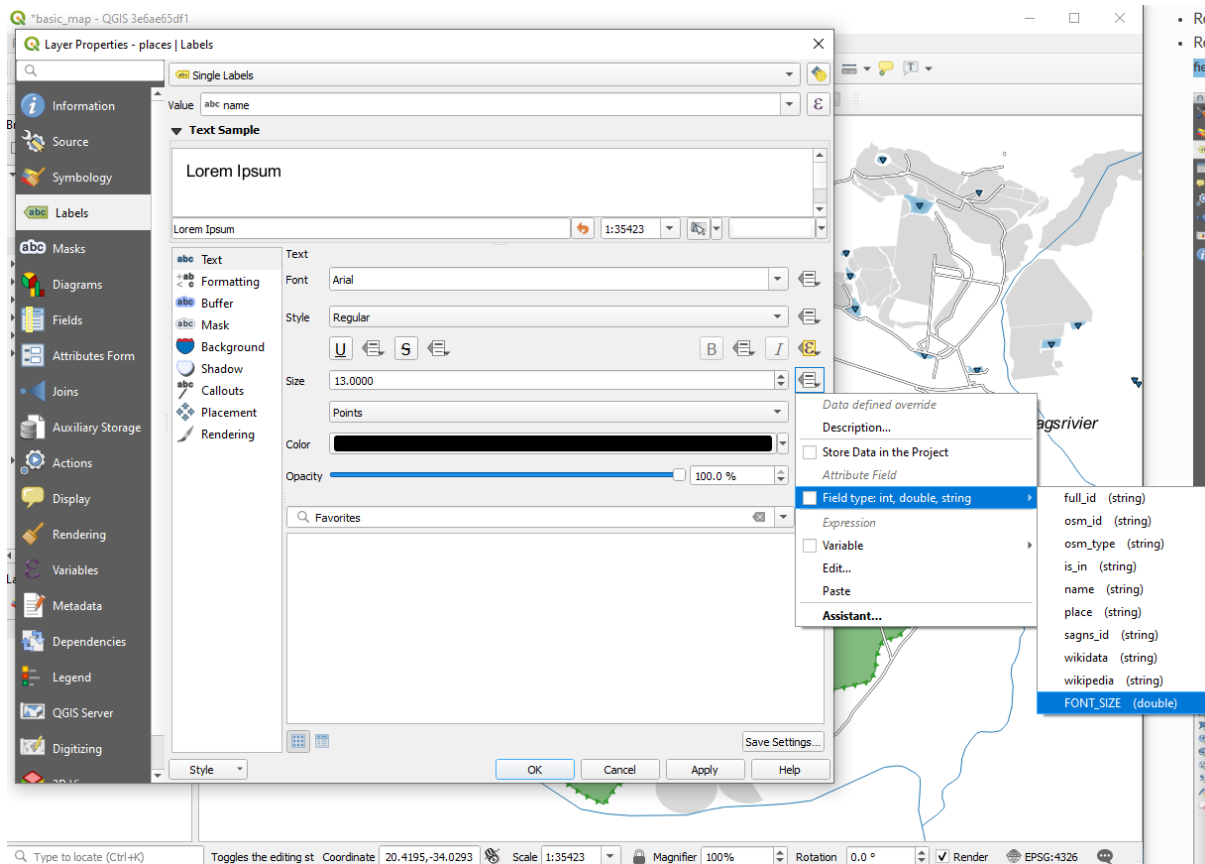
## 21.7 Results For *Classificazione*

### 21.7.1 Refine the Classification

The settings you used might not be the same, but with the values *Classes* = 6 and *Mode* = *Natural Breaks (Jenks)* (and using the same colors, of course), the map will look like this:

*Back to text*







## 21.8 Results For *Creating a New Vector Dataset*

### 21.8.1 *Digitizing*

The symbology doesn't matter, but the results should look more or less like this:

*Back to text*

### 21.8.2 *Topology: Add Ring Tool*

The exact shape doesn't matter, but you should be getting a hole in the middle of your feature, like this one:

- Undo your edit before continuing with the exercise for the next tool.

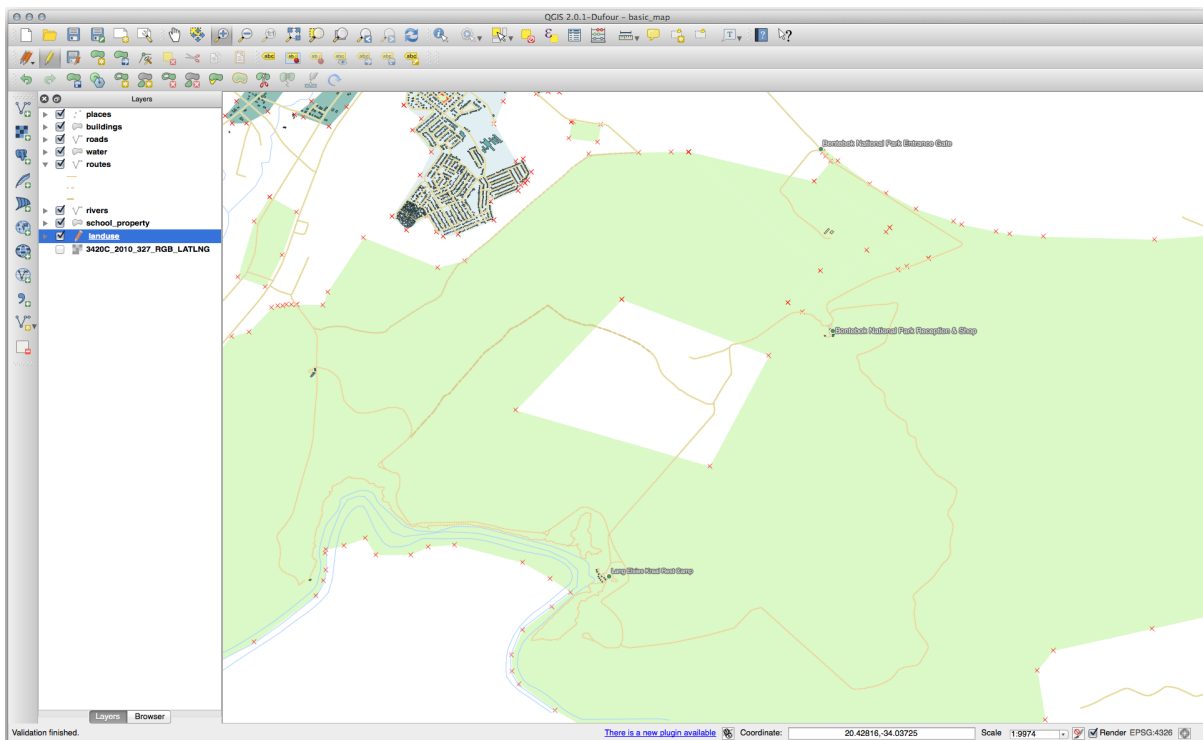
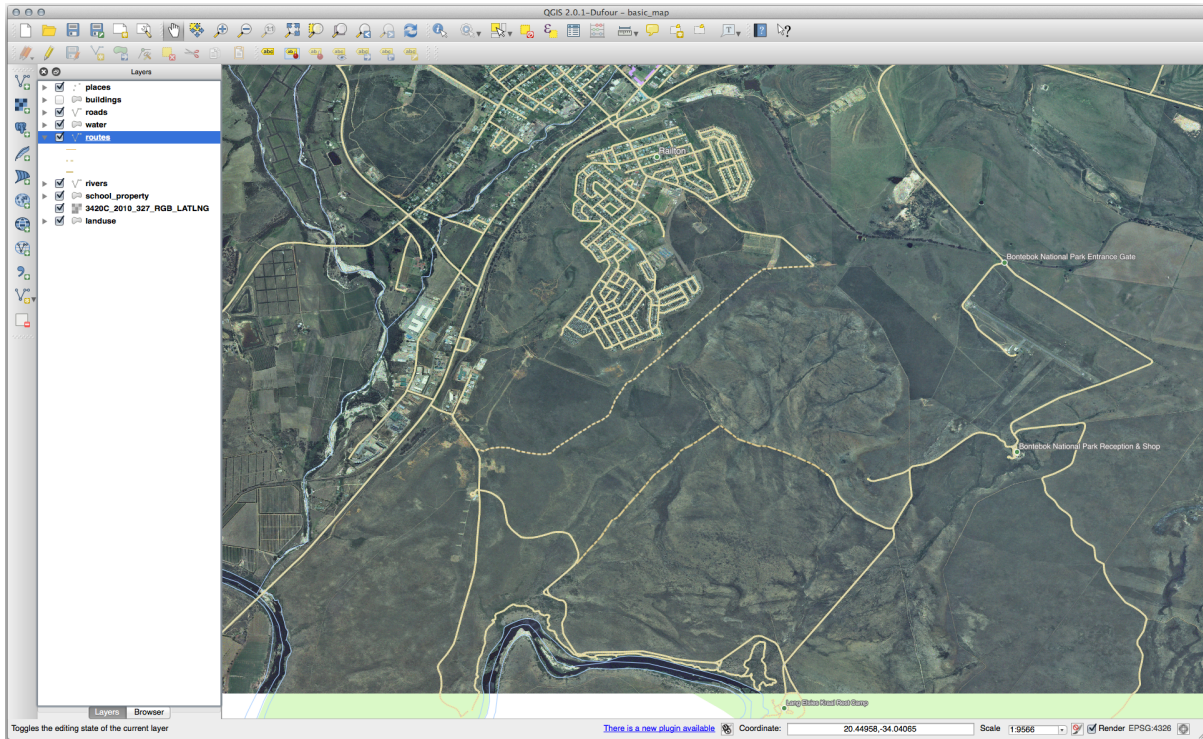
*Back to text*

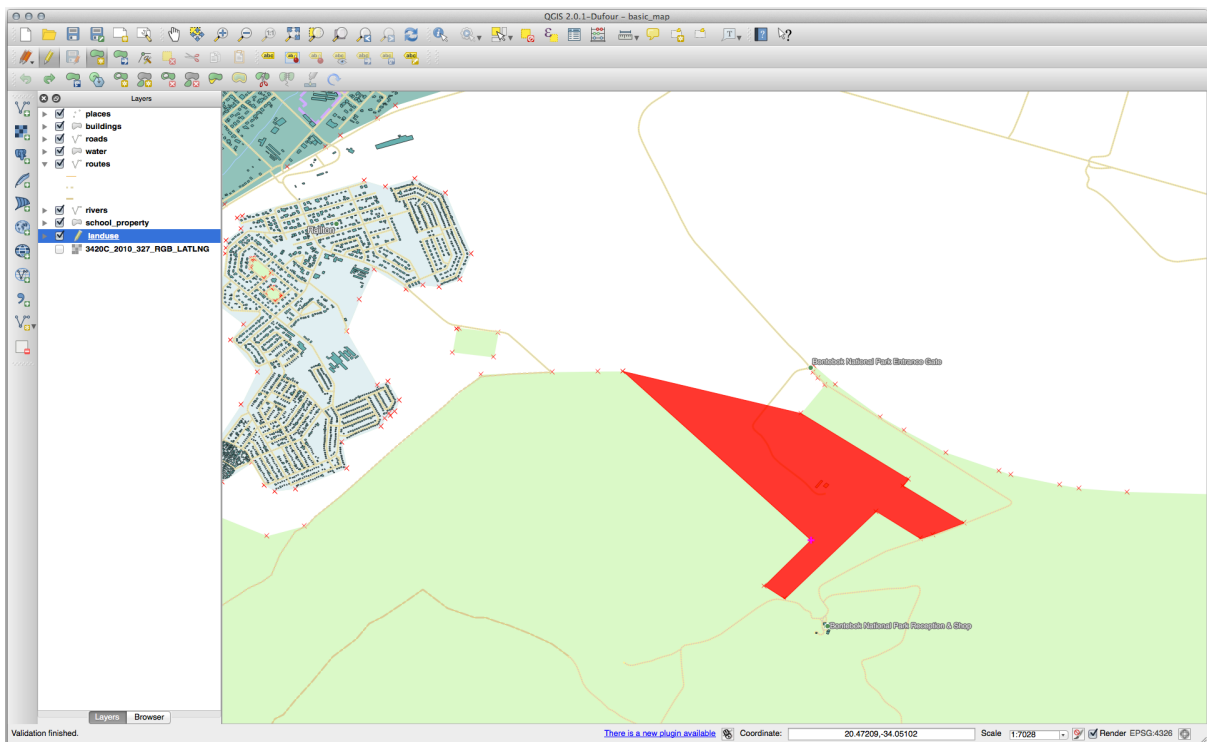
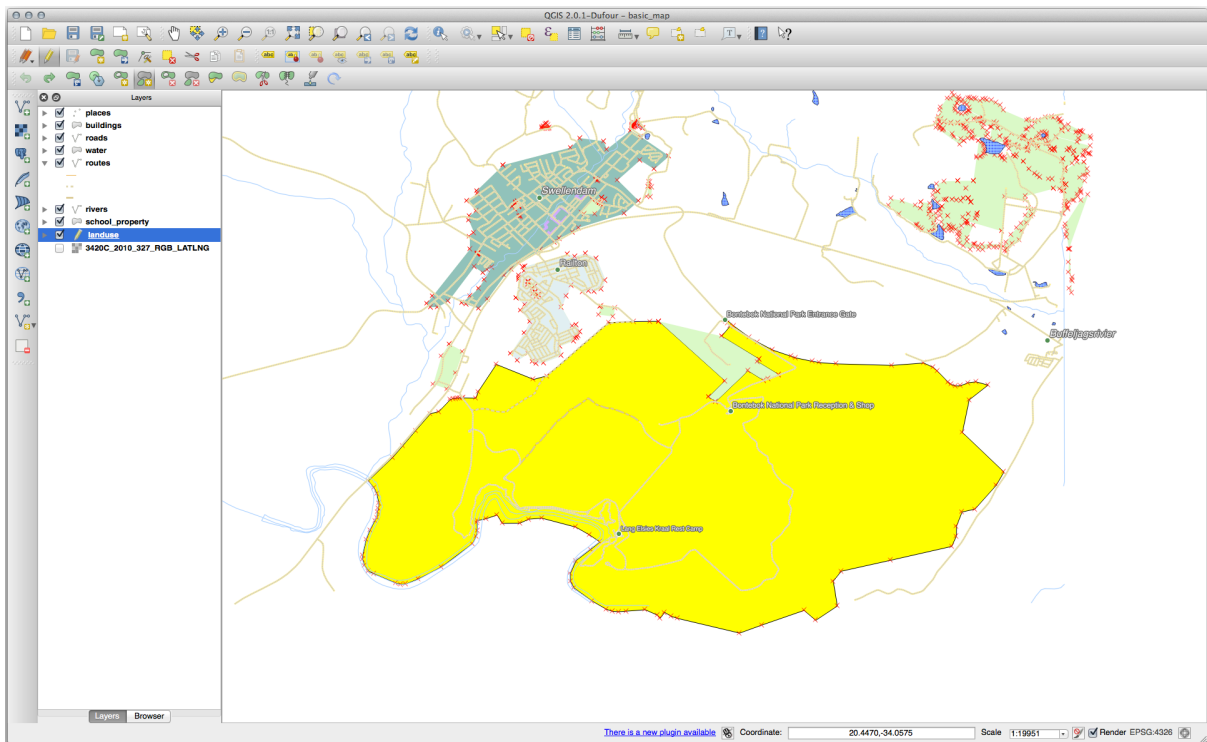
### 21.8.3 *Topology: Add Part Tool*

- First select the Bontebok National Park:
- Now add your new part:
- Undo your edit before continuing with the exercise for the next tool.

*Back to text*





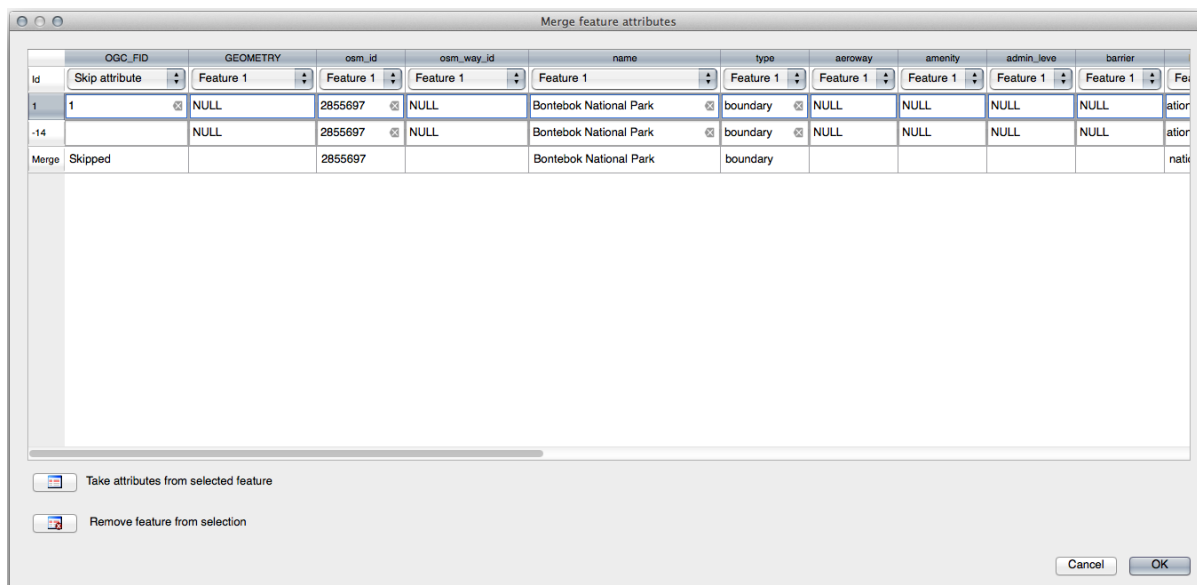


## 21.8.4 Merge Features

- Use the *Merge Selected Features* tool, making sure to first select both of the polygons you wish to merge.
- Use the feature with the *OGC\_FID* of 1 as the source of your attributes (click on its entry in the dialog, then click the *Take attributes from selected feature* button):

**Nota:**

**If you're using a different dataset, it is highly likely that your original polygon's *OGC\_FID* will not be 1.** Just choose the feature which has an *OGC\_FID*.



**Nota:** Using the *Merge Attributes of Selected Features* tool will keep the geometries distinct, but give them the same attributes.

*Back to text*

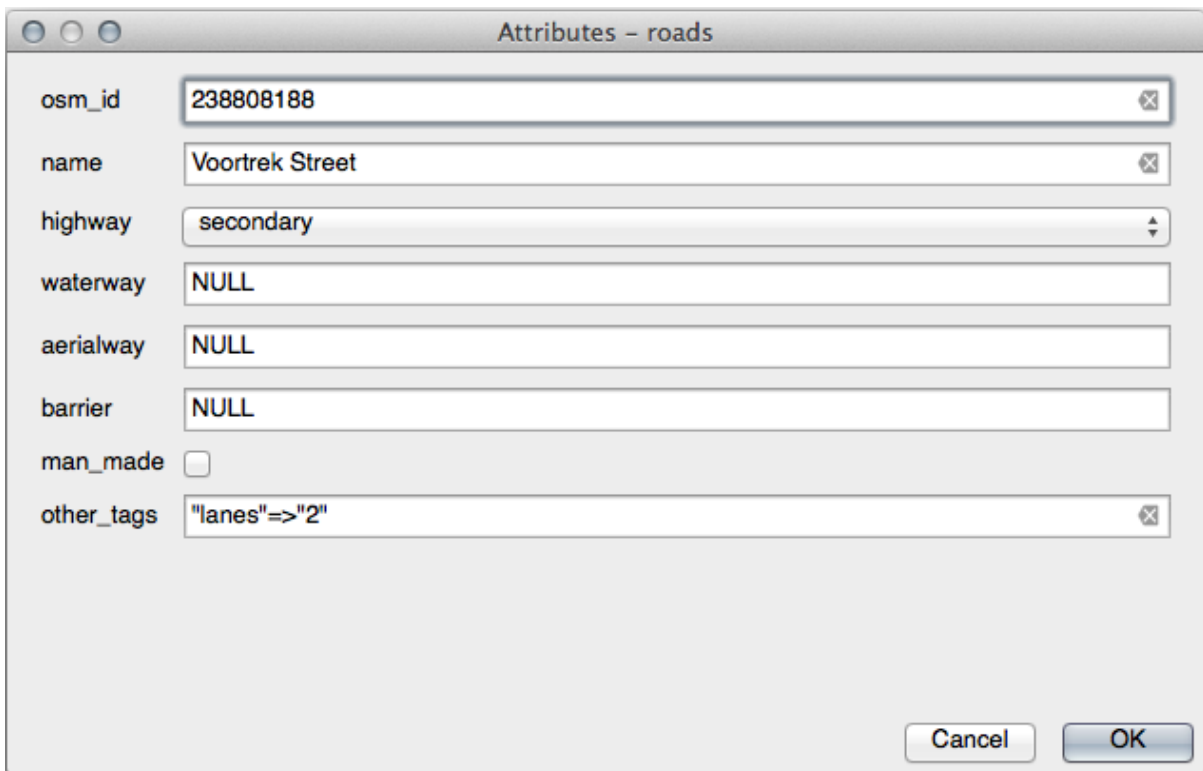
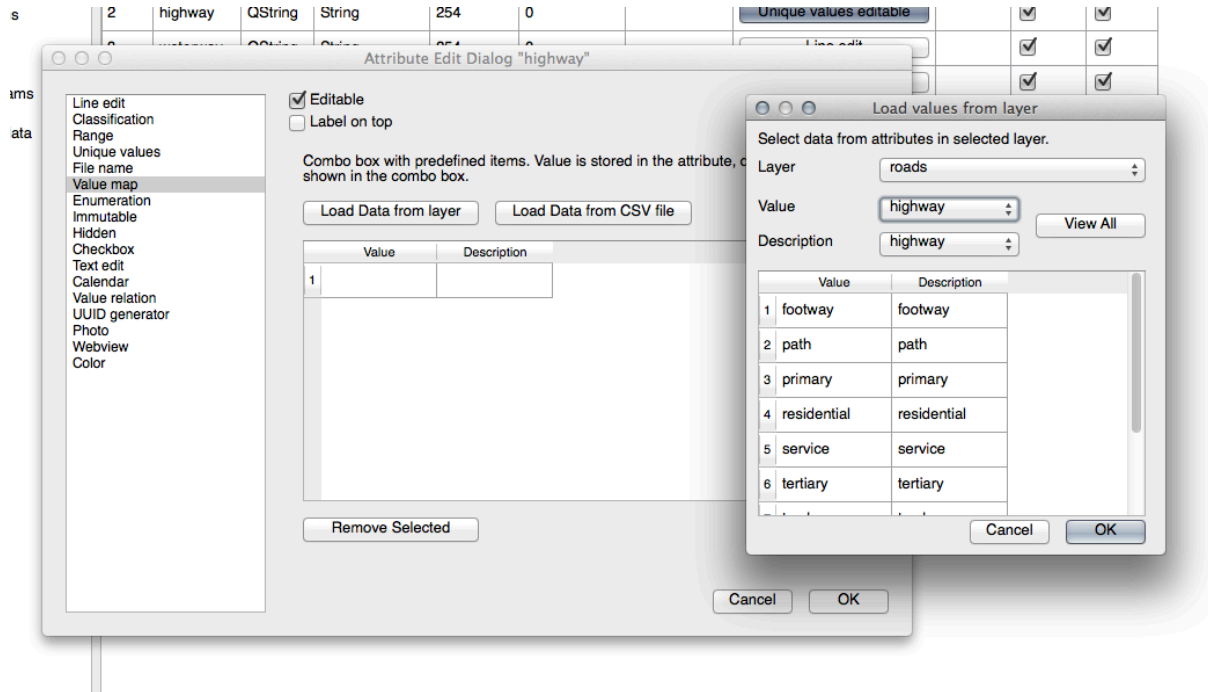
## 21.8.5 Moduli

Per *TYPE*, c'è ovviamente un quantità limitata di tipi che una strada può avere, e se controlli la tabella attributi per questo layer, vedrai che sono predefiniti.

- Imposta il widget in *Mappa Valori* e clicca su *Carica Dati dal Vettore*.
- Seleziona *roads* dalla lista a scomparsa *Vettore* e *highway* per le opzioni *Valore* e *Descrizione*:
- Clicca *OK* tre volte.
- Se usi lo strumento *Informazioni* su una strada mentre la modalità modifica è attiva, il dialogo che appare dovrebbe essere come questo:

*Torna al testo*

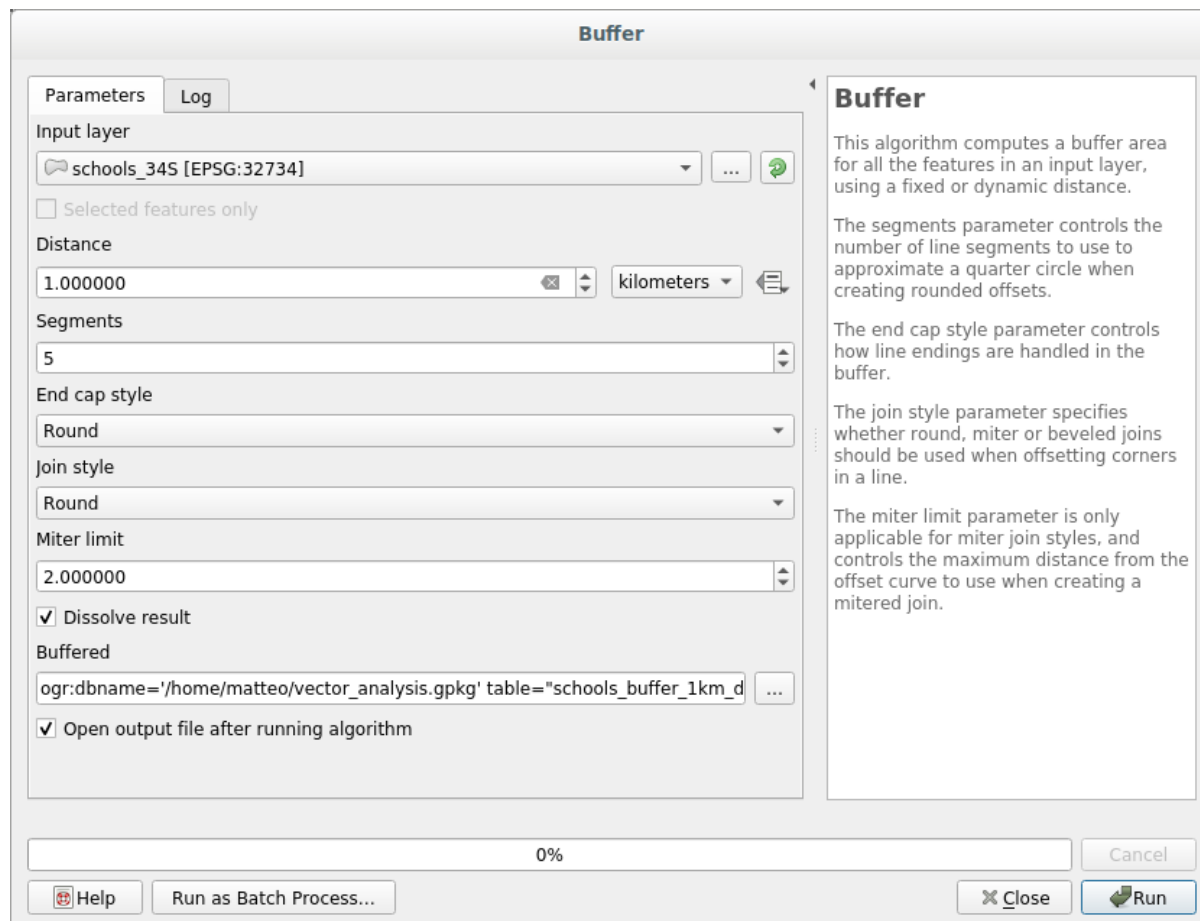




## 21.9 Results For Vector Analysis

### 21.9.1 Distance from High Schools

- Your buffer dialog should look like this:



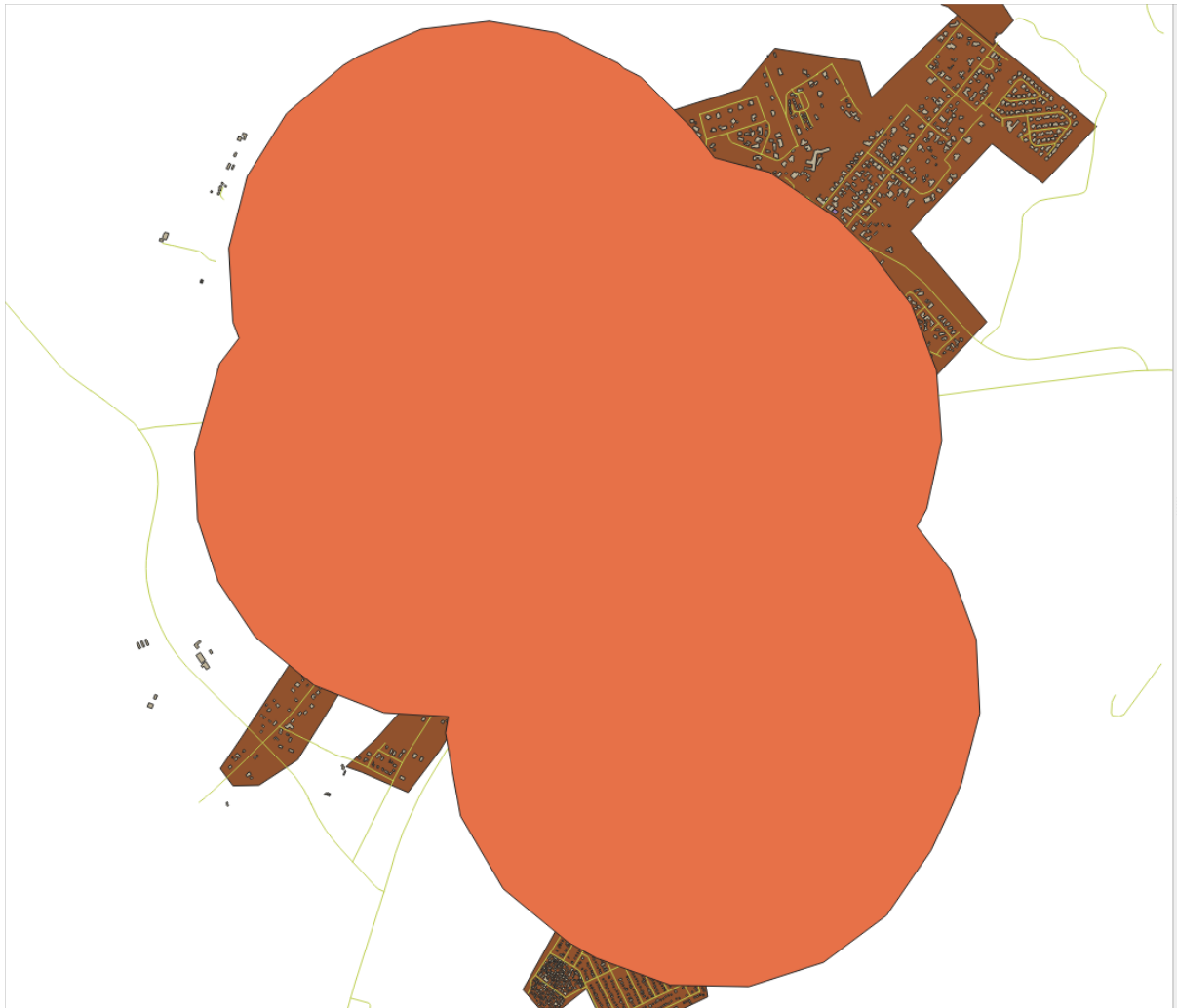
The *Buffer distance* is 1 kilometer.

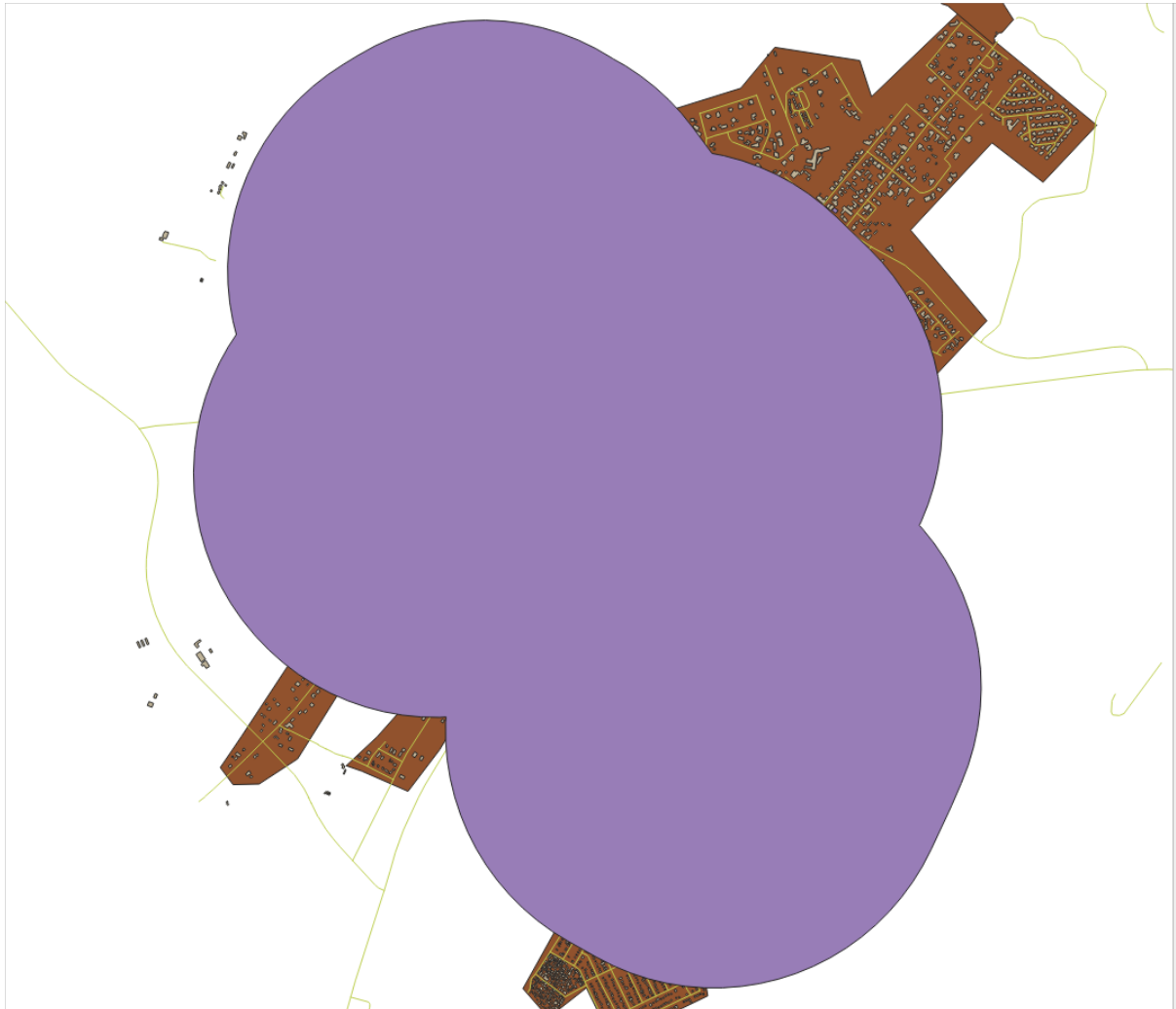
- The *Segments to approximate* value is set to 20. This is optional, but it's recommended, because it makes the output buffers look smoother. Compare this:

To this:

The first image shows the buffer with the *Segments to approximate* value set to 5 and the second shows the value set to 20. In our example, the difference is subtle, but you can see that the buffer's edges are smoother with the higher value.

[Back to text](#)

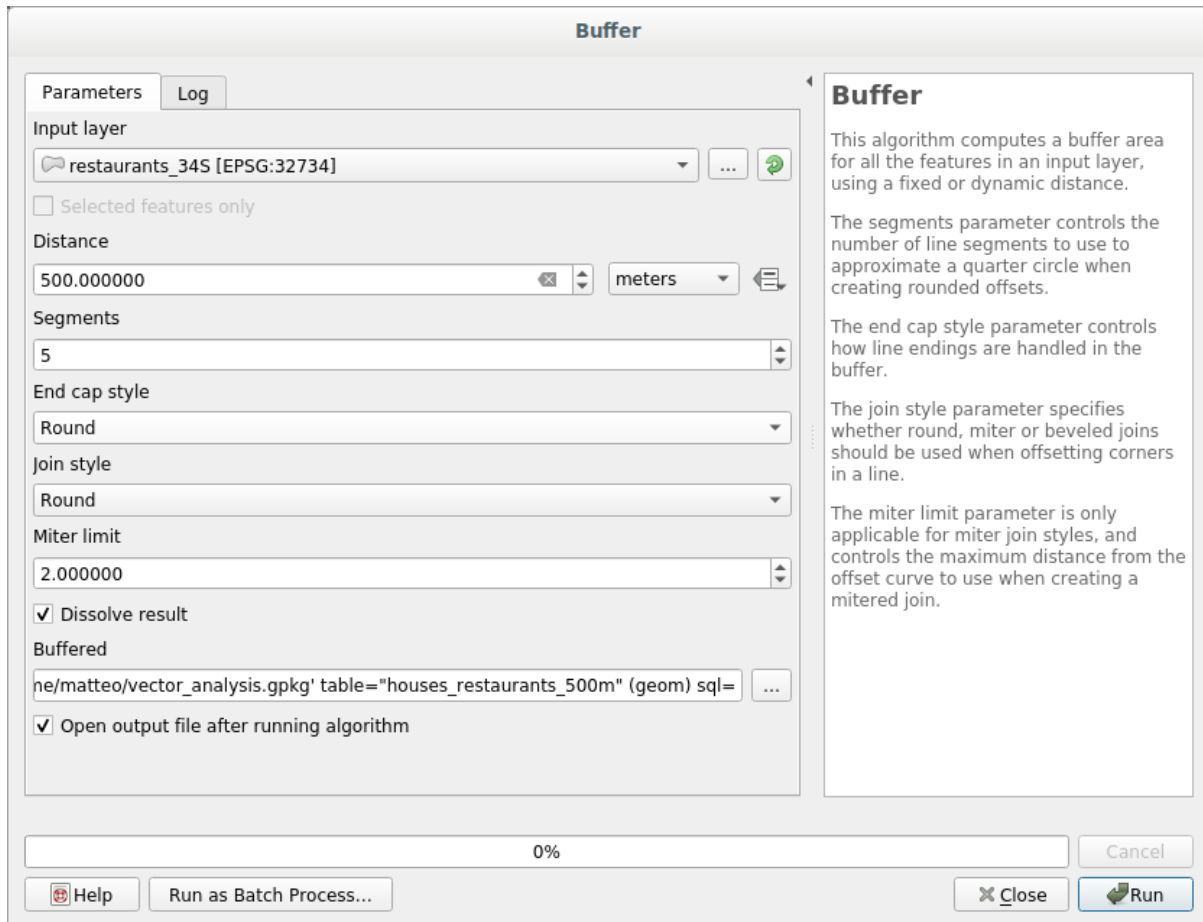




## 21.9.2 Distance from Restaurants

To create the new *houses\_restaurants\_500m* layer, we go through a two step process:

- In primo luogo, creare un buffer di 500m intorno ai ristoranti e aggiungere il layer alla mappa:



- Successivamente, estrarre gli edifici all'interno di tale buffer area:

La tua mappa dovrebbe mostrare ora solamente gli edifici che si trovano entro 50 metri da una strada, 1 km da una scuola e 500 metri da un ristorante:

*Back to text*

## 21.10 Results For Network Analysis

### 21.11 Fastest path

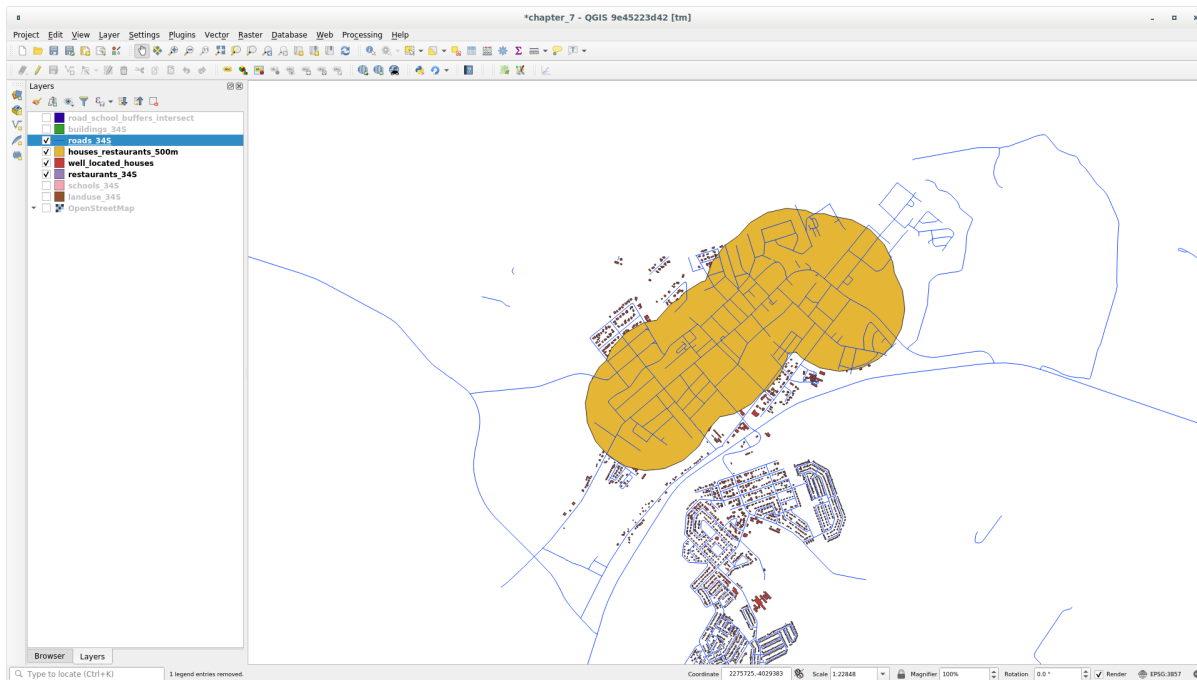
Open *Network Analysis*  *Shortest Path (Point to Point)* and fill the dialog as:

Make sure that the *Path type to calculate* is *Fastest*.

Click on *Run* and close the dialog.

Open now the attribute table of the output layer. The *cost* field contains the travel time between the two points (as fraction of hours):

*Back to text*



### Extract by Location

**Parameters** Log

Extract features from

Where the features (geometric predicate)

intersect  touch  
 contain  overlap  
 disjoint  are within  
 equal  cross

By comparing to the features from

Selected features only

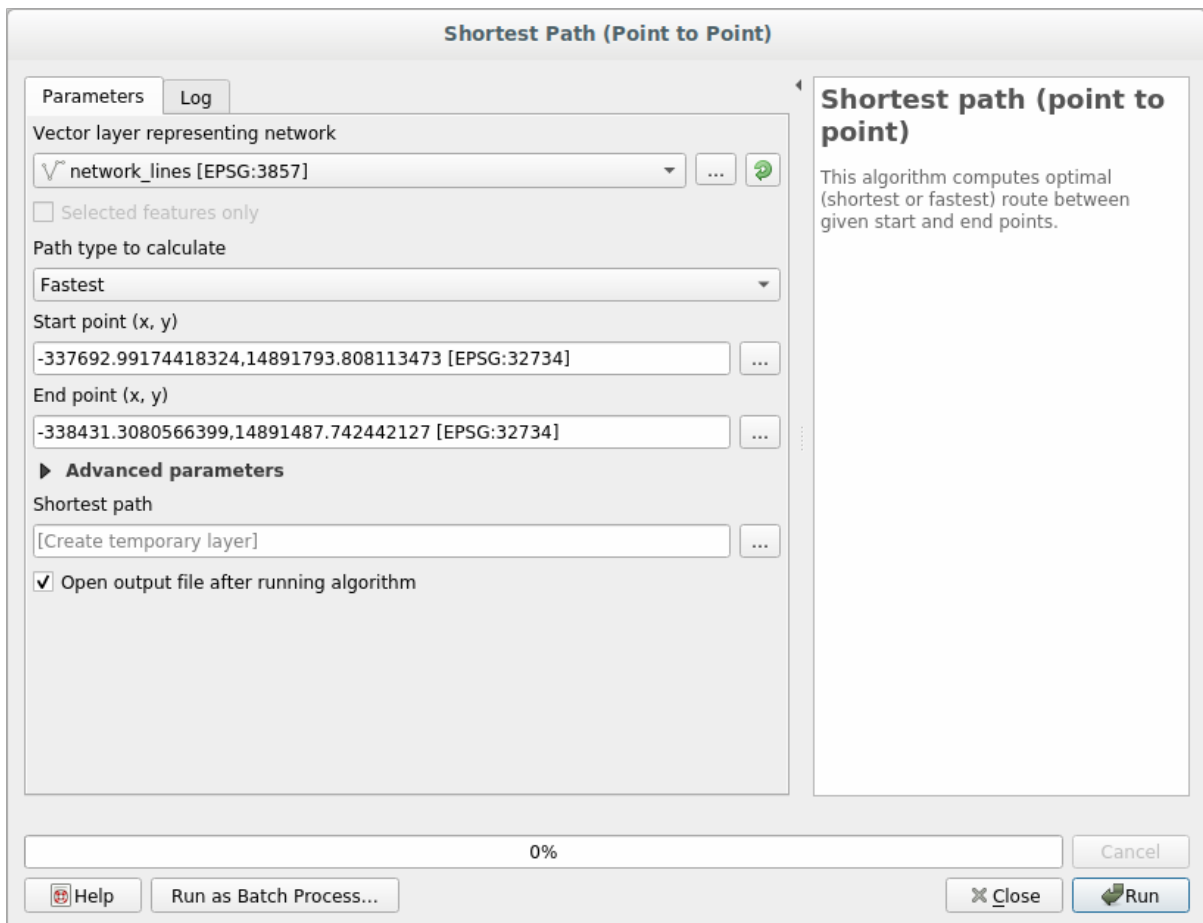
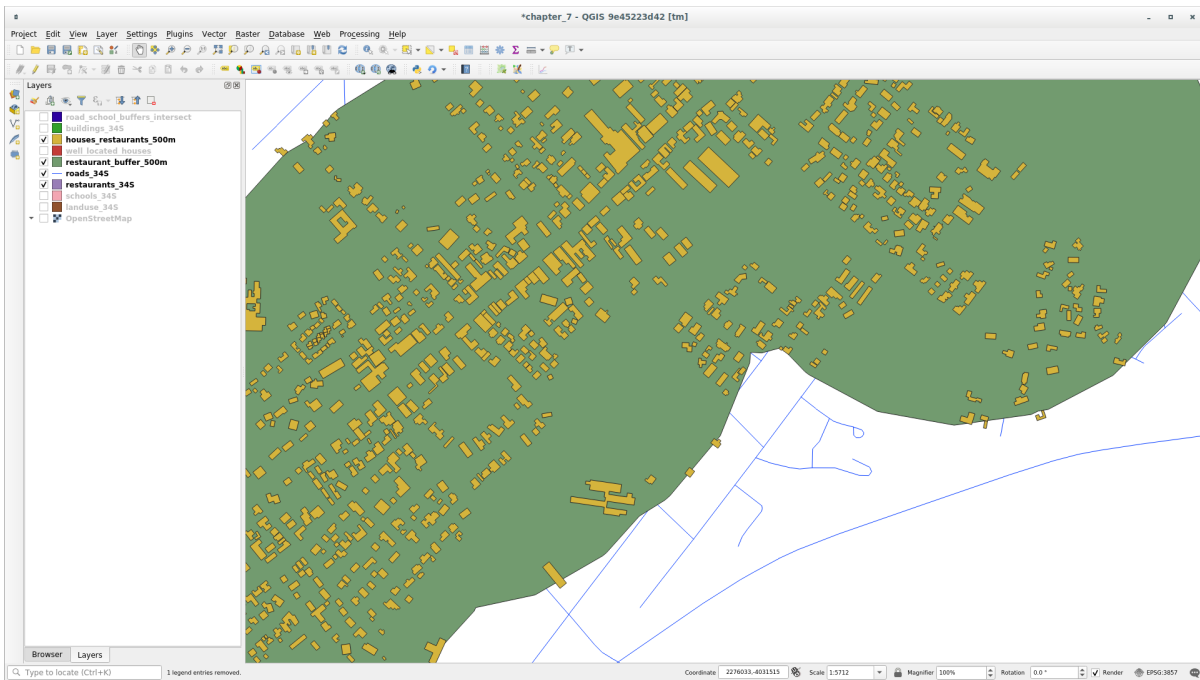
Extracted (location)

Open output file after running algorithm

**Extract by location**

This algorithm creates a new vector layer that only contains matching features from an input layer. The criteria for adding features to the resulting layer is defined based on the spatial relationship between each feature and the features in an additional layer.

0%



| Shortest path :: Features Total: 1, Filtered: 1, Selected: 0 |                              |                              |         |
|--|------------------------------|------------------------------|---------|
|  | start                        | end                          | cost    |
| 1  | 1180602.98634, 5419744.79568 | 1179652.46216, 5419199.77534 | 0.02011 |

Show All Features

## 21.12 Results For *Raster Analysis*

### 21.12.1 *Calculate Aspect*

- Set your *Aspect* dialog up like this:

Your result:

[Back to text](#)

### 21.12.2 *Calculate Slope (less than 2 and 5 degrees)*

- Set your *Raster calculator* dialog up like this:
- For the 5 degree version, replace the 2 in the expression and file name with 5.


Your results:

- 2 degrees:
- 5 degrees:

[Back to text](#)

## 21.13 Results For *Completing the Analysis*

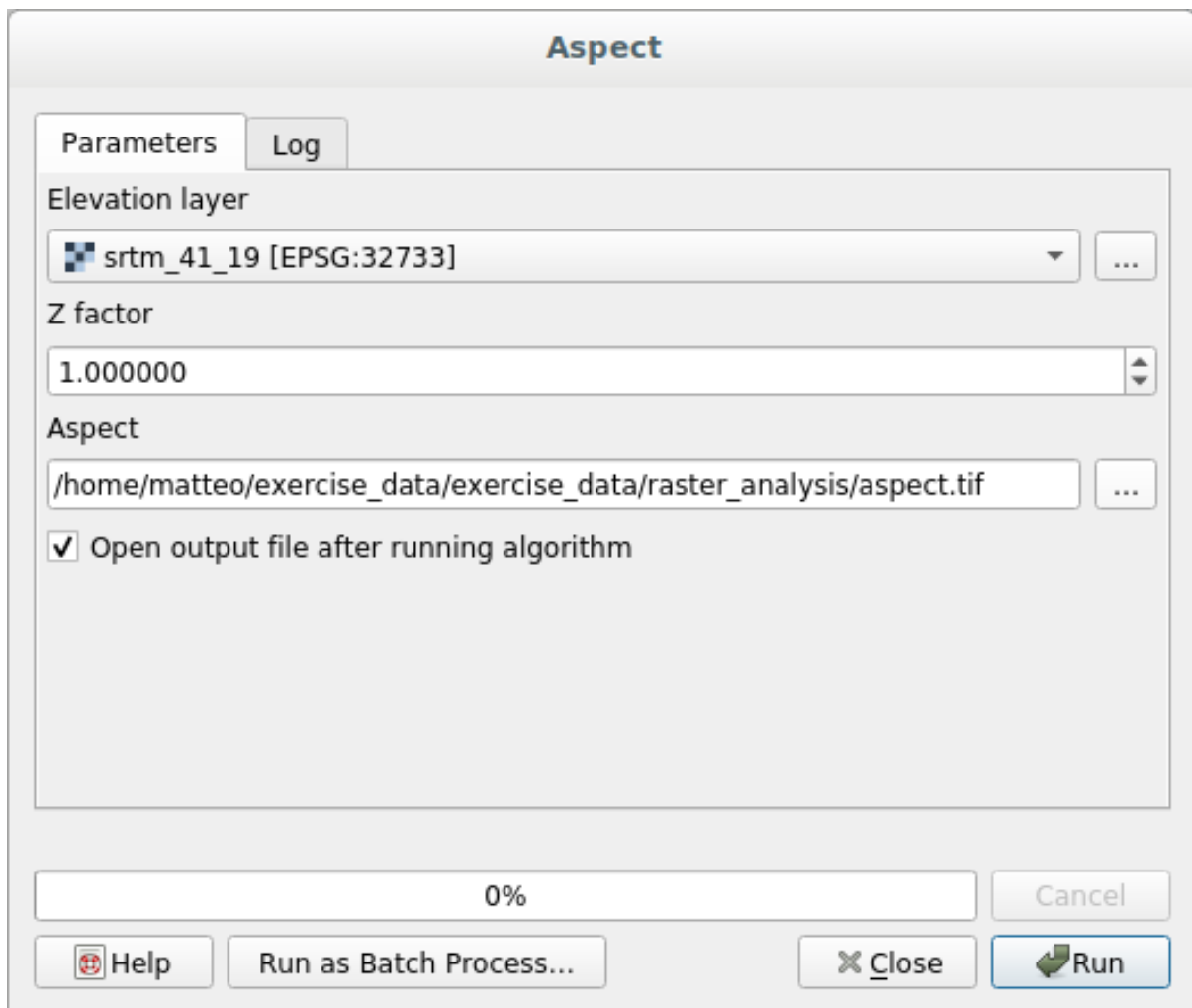
### 21.13.1 *Raster to Vector*

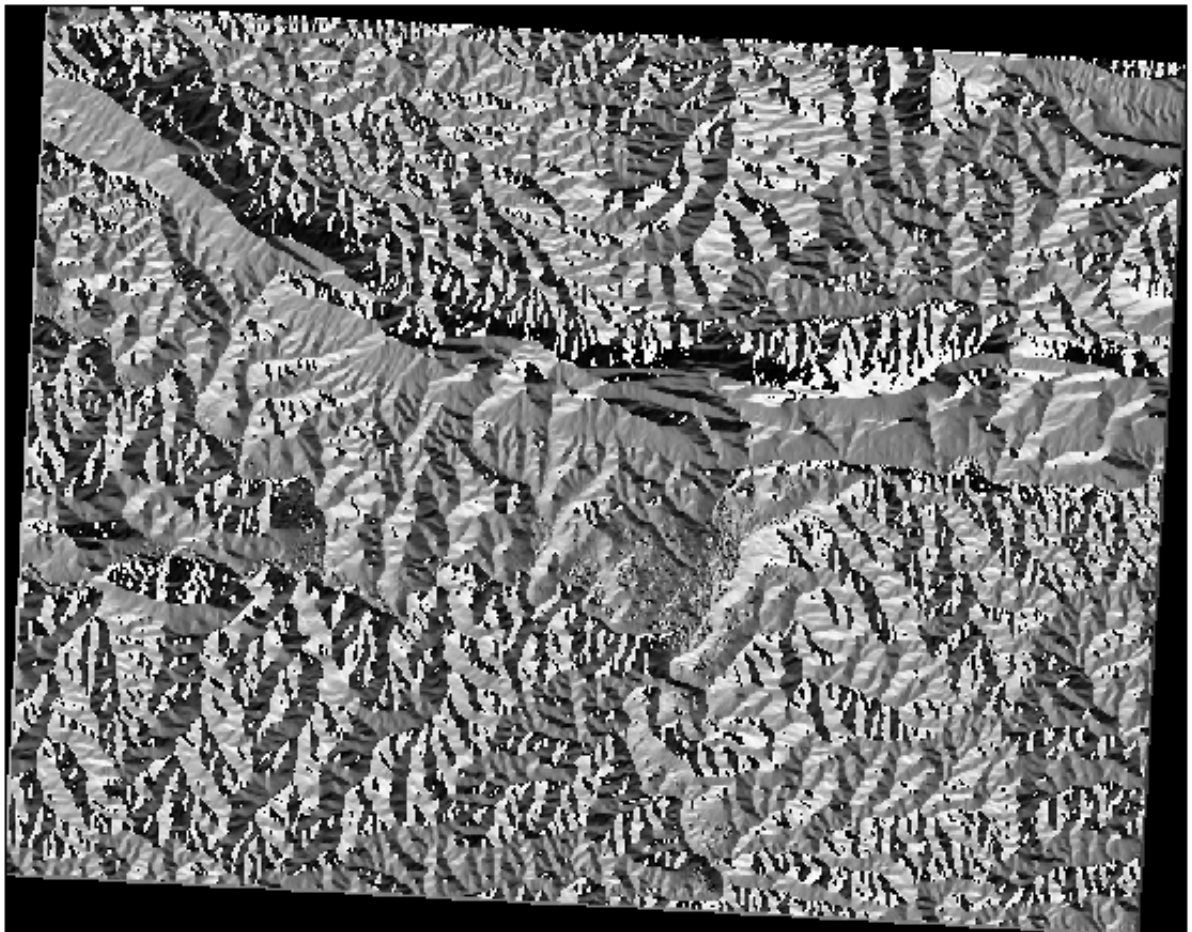
- Open the *Query Builder* by right-clicking on the *all\_terrain* layer in the *Layers* panel, and selecting the *Properties*  *Source* tab.
- Then build the query "suitable" = 1.
- Click *OK* to filter out all the polygons where this condition isn't met.

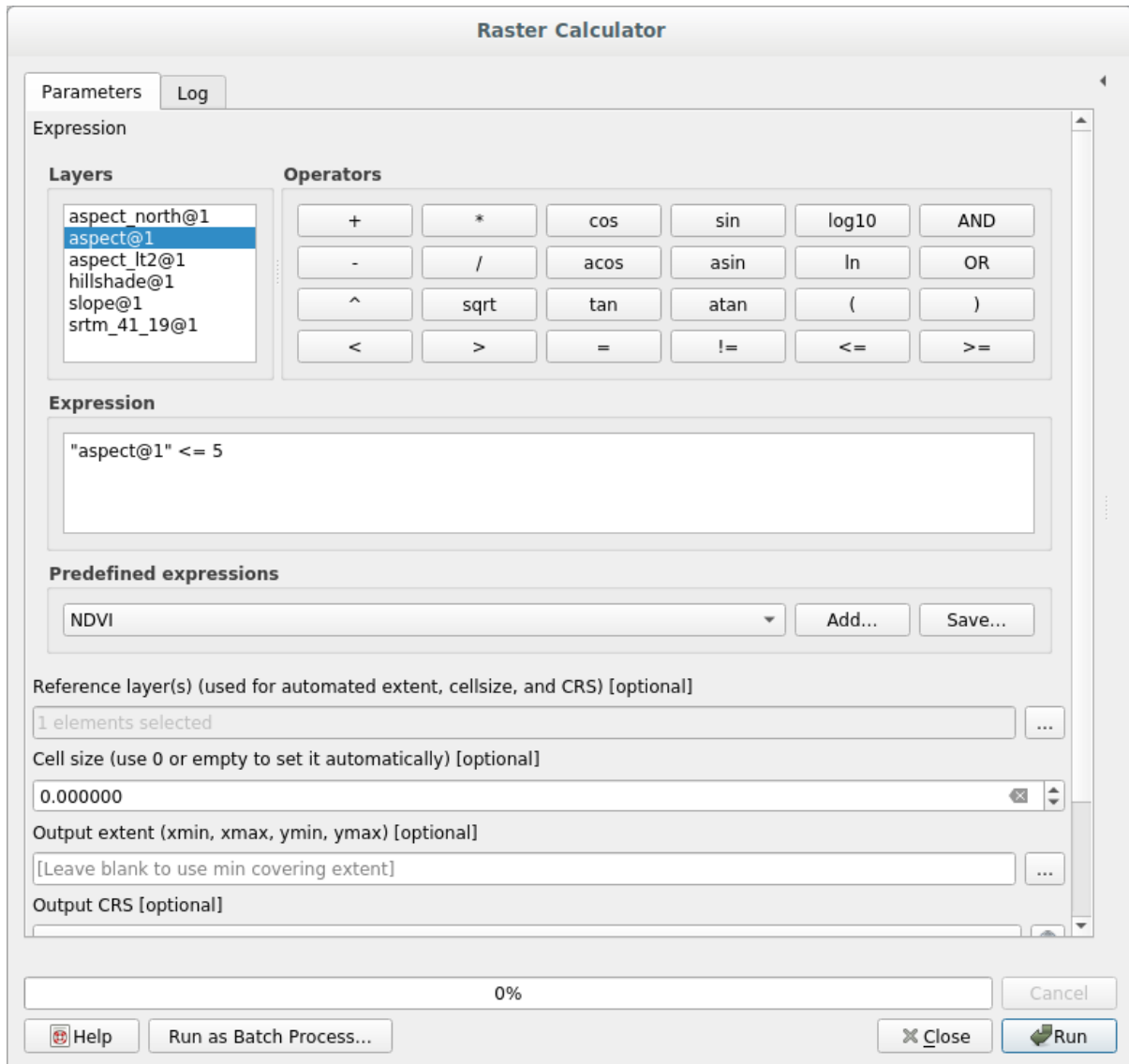
When viewed over the original raster, the areas should overlap perfectly:

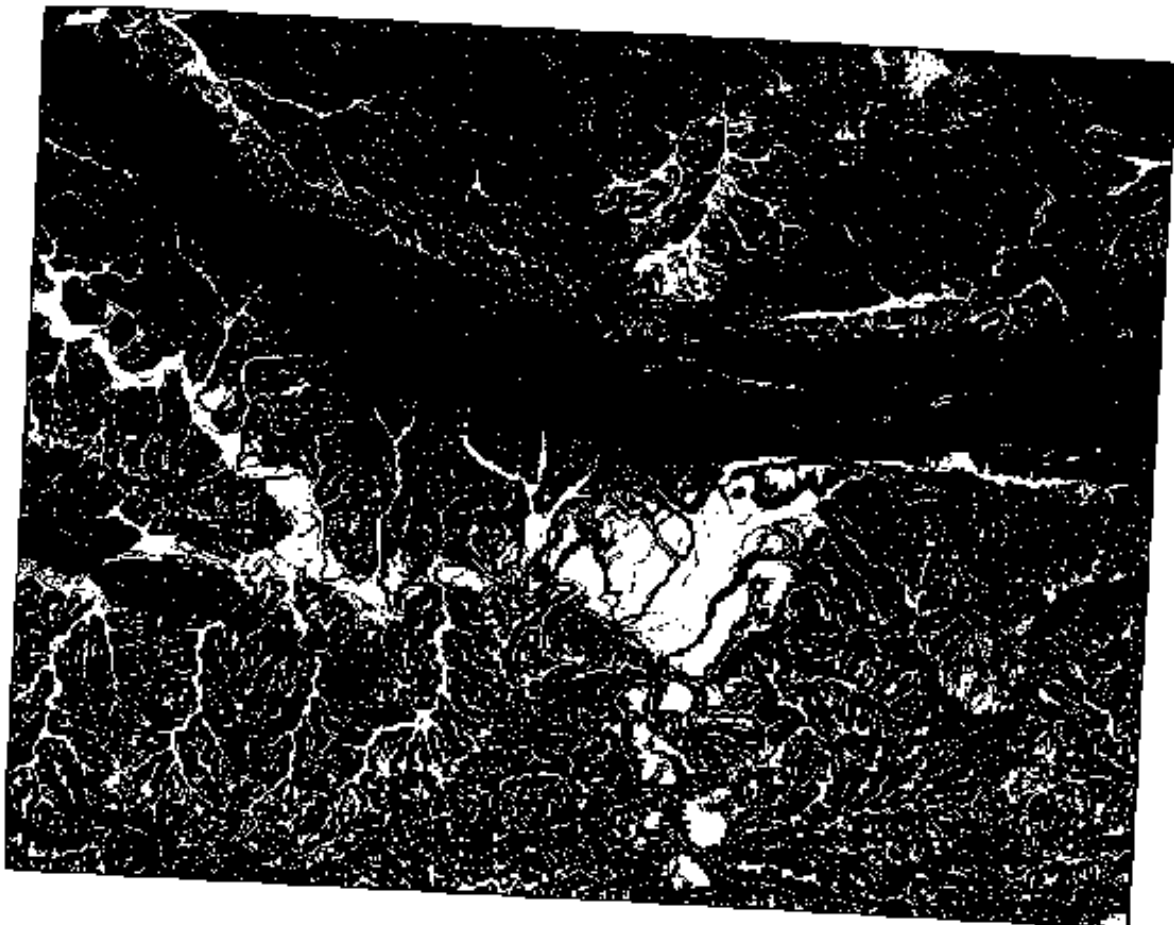
- You can save this layer by right-clicking on the *all\_terrain* layer in the *Layers* panel and choosing *Save As...*, then continue as per the instructions.

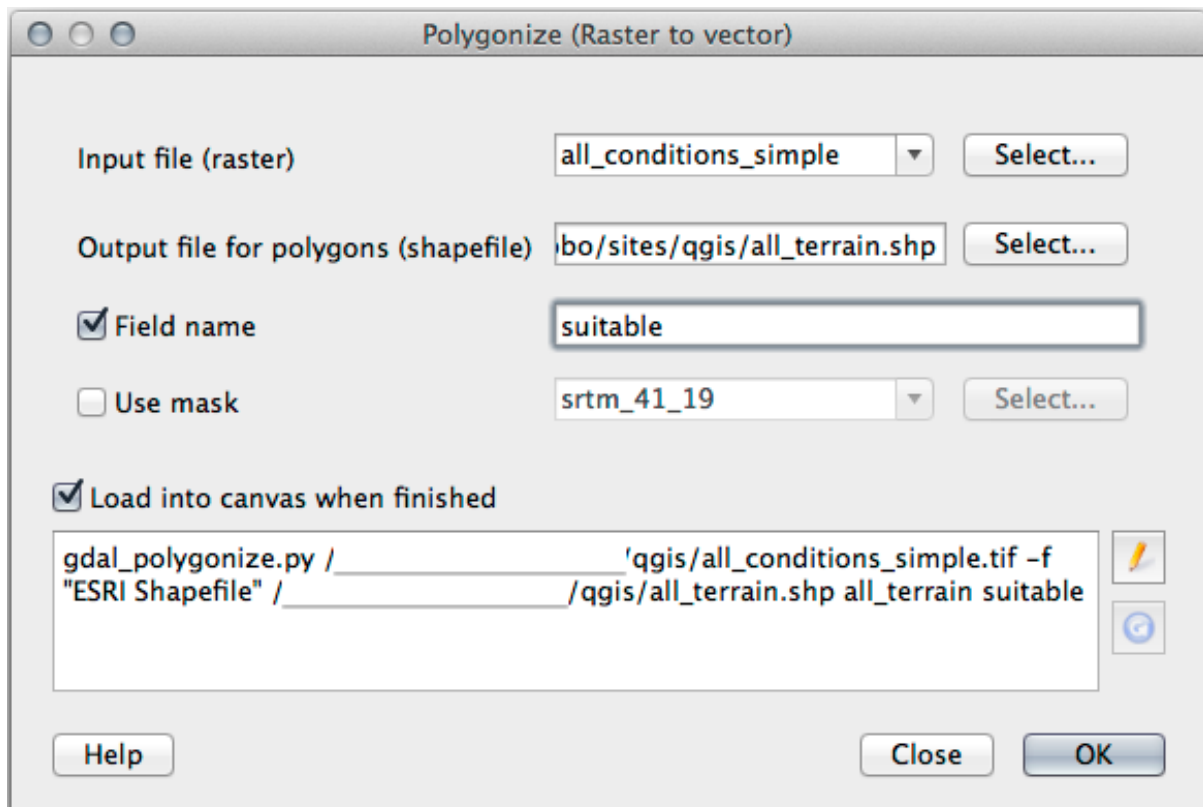












[Back to text](#)

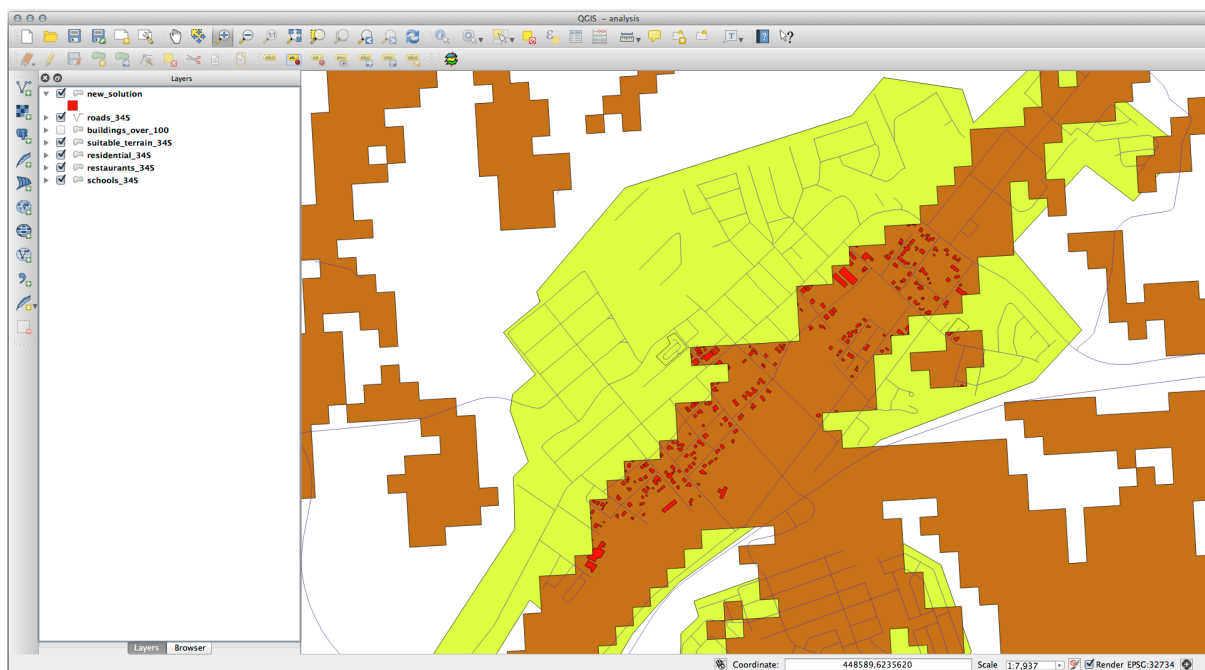
### 21.13.2 Inspecting the Results

You may notice that some of the buildings in your `new_solution` layer have been «sliced» by the *Intersect* tool. This shows that only part of the building - and therefore only part of the property - lies on suitable terrain. We can therefore sensibly eliminate those buildings from our dataset

[Back to text](#)

### 21.13.3 Refining the Analysis

At the moment, your analysis should look something like this:





Consider a circular area, continuous for 100 meters in all directions.

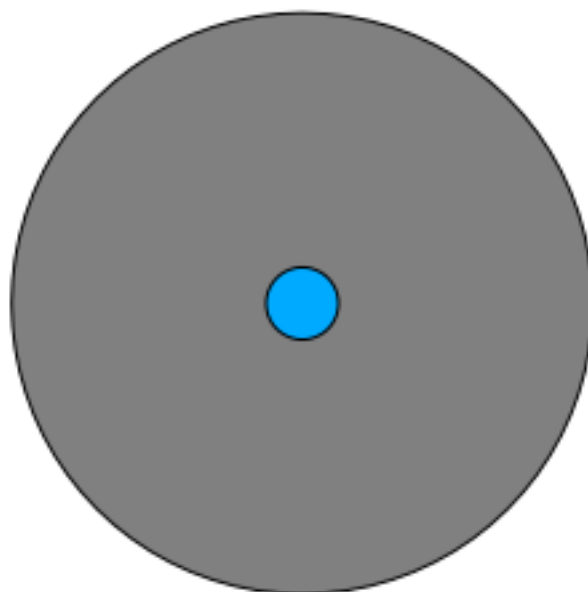
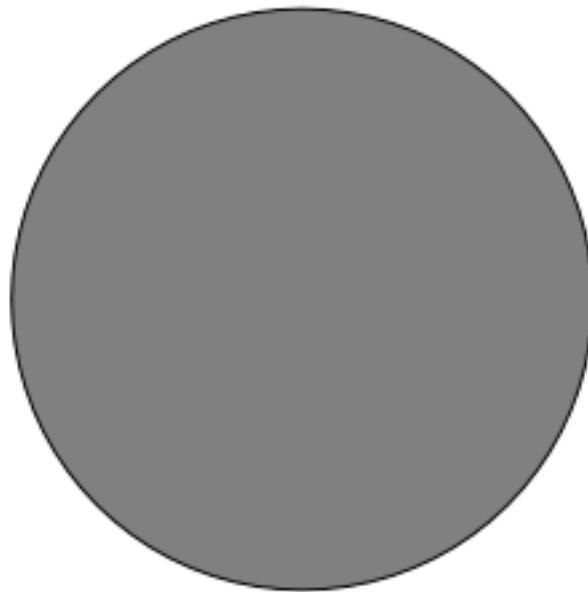
If it is greater than 100 meters in radius, then subtracting 100 meters from its size (from all directions) will result in a part of it being left in the middle.

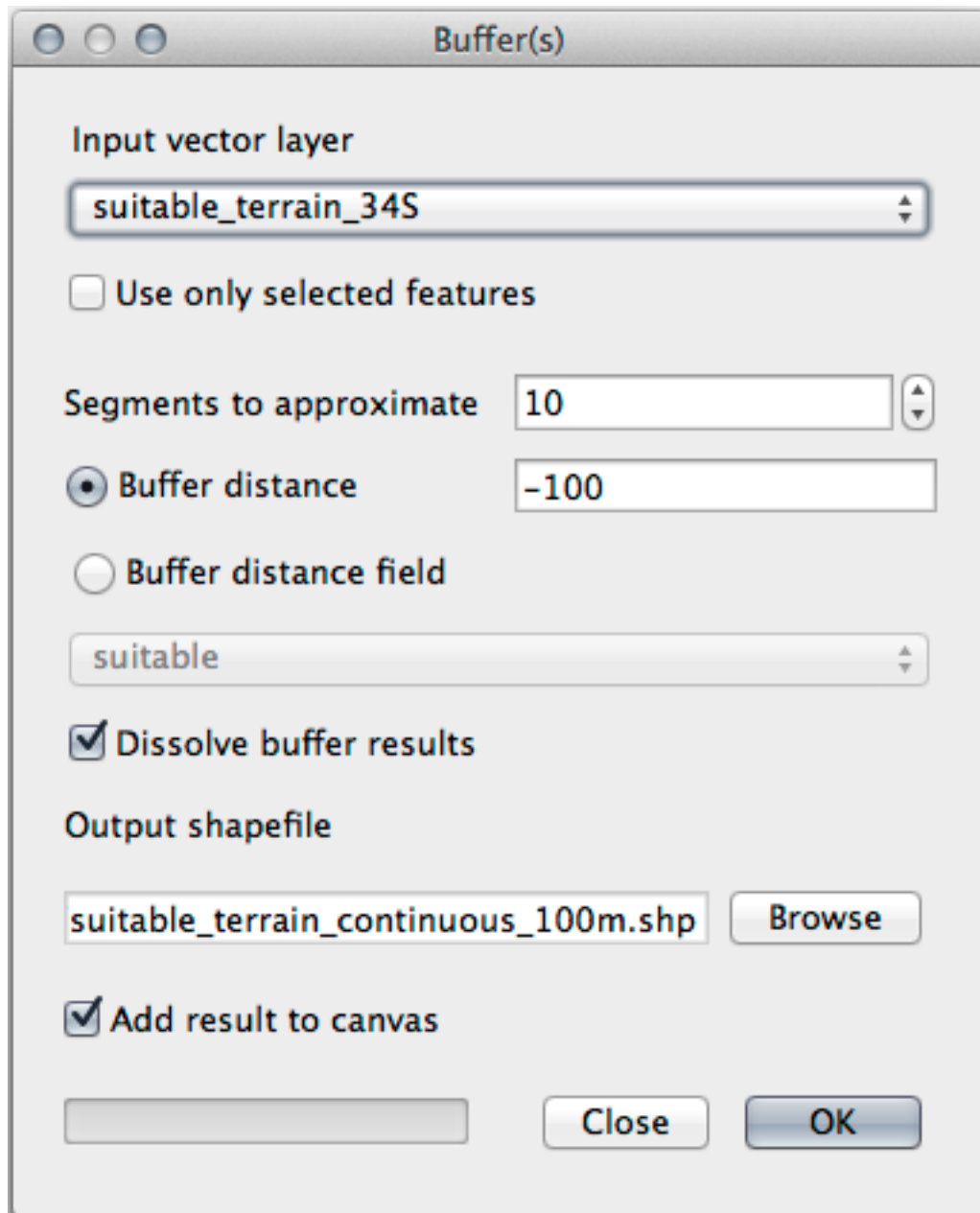
Therefore, you can run an *interior buffer* of 100 meters on your existing `suitable_terrain` vector layer. In the output of the buffer function, whatever remains of the original layer will represent areas where there is suitable terrain for 100 meters beyond.

To demonstrate:

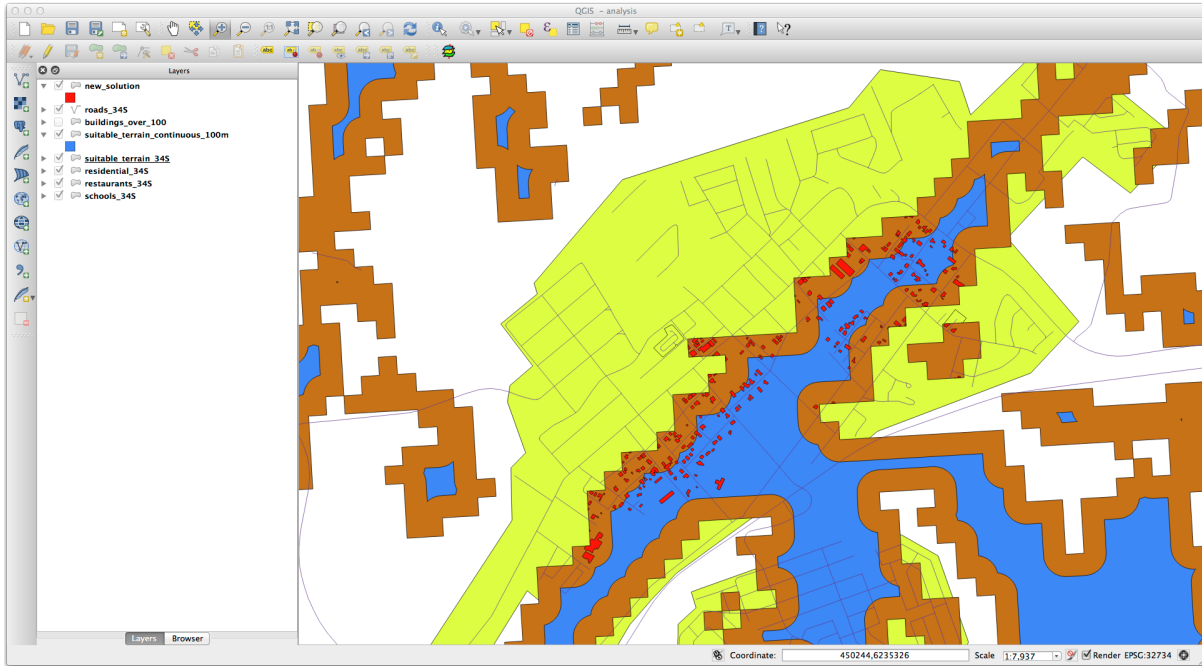
- Go to *Vector*  *Geoprocessing Tools*  *Buffer(s)* to open the Buffer(s) dialog.
- Set it up like this:
- Use the `suitable_terrain` layer with 10 segments and a buffer distance of -100. (The distance is automatically in meters because your map is using a projected CRS.)
- Save the output in `exercise_data/residential_development/` as `suitable_terrain_continuous100m.shp`.
- If necessary, move the new layer above your original `suitable_terrain` layer.

Your results will look like something like this:









- Now use the *Select by Location* tool (*Vector* *Research Tools* *Select by location*).
- Set up like this:
- Select features in *new\_solution* that intersect features in *suitable\_terrain\_continuous100m.shp*.

This is the result:

The yellow buildings are selected. Although some of the buildings fall partly outside the new suitable\_terrain\_continuous100m layer, they lie well within the original suitable\_terrain layer and therefore meet all of our requirements.

- Save the selection under *exercise\_data/residential\_development/* as *final\_answer.shp*.

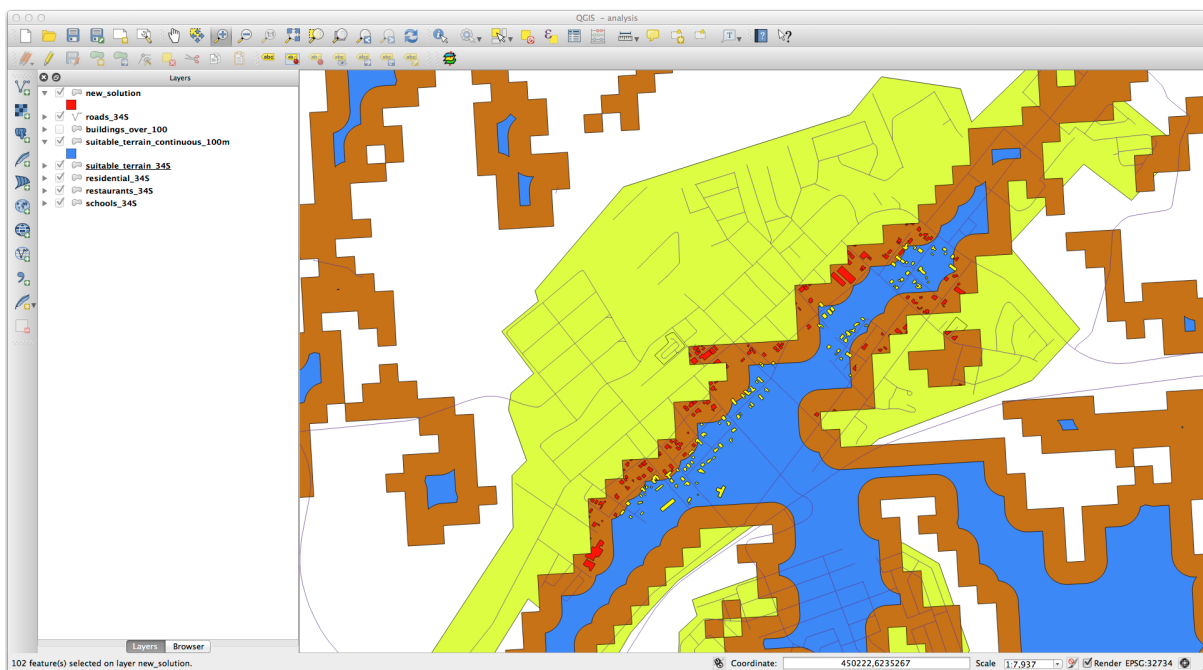
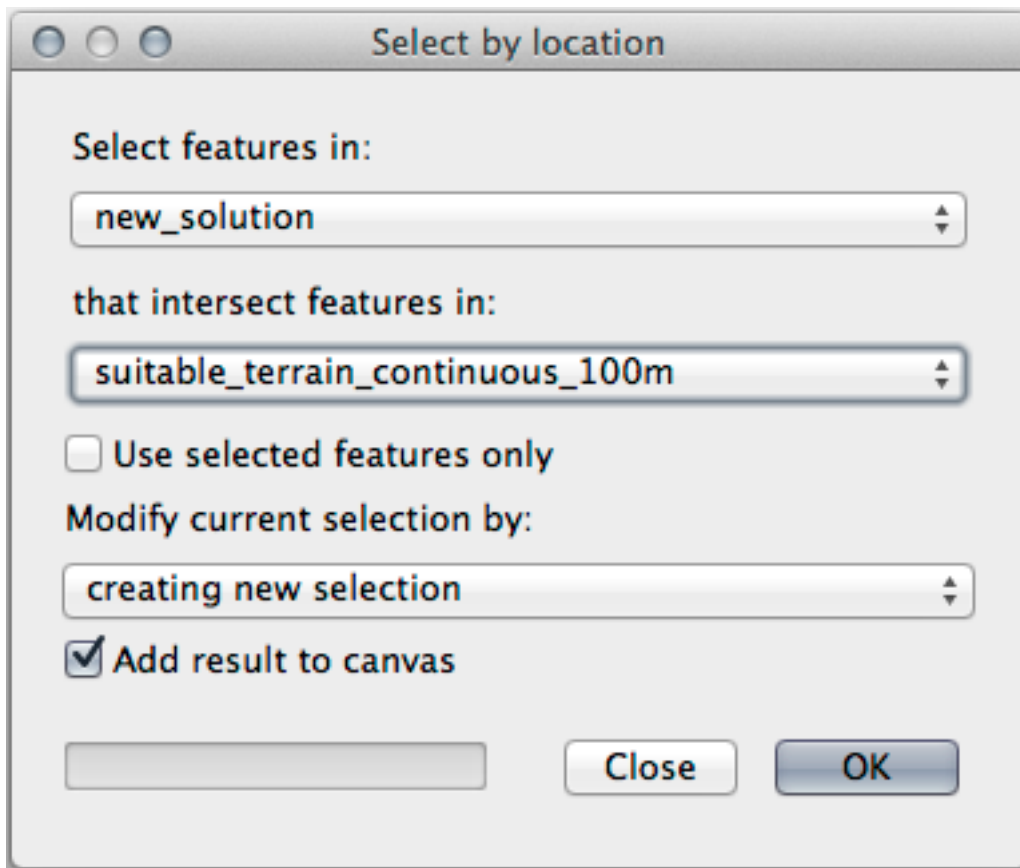
*Back to text*

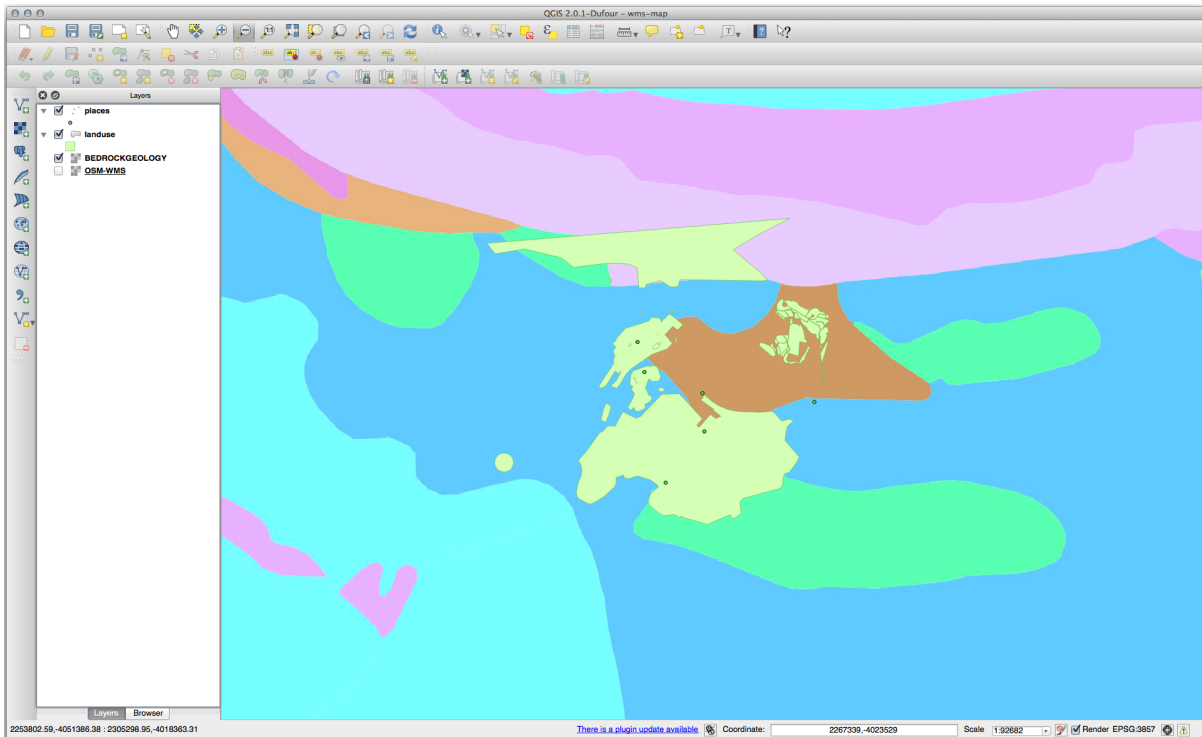
## 21.14 Results For WMS

### 21.14.1 Adding Another WMS Layer

Your map should look like this (you may need to re-order the layers):

*Back to text*





### 21.14.2 Adding a New WMS Server

- Use the same approach as before to add the new server and the appropriate layer as hosted on that server:
- If you zoom into the Swellendam area, you'll notice that this dataset has a low resolution:

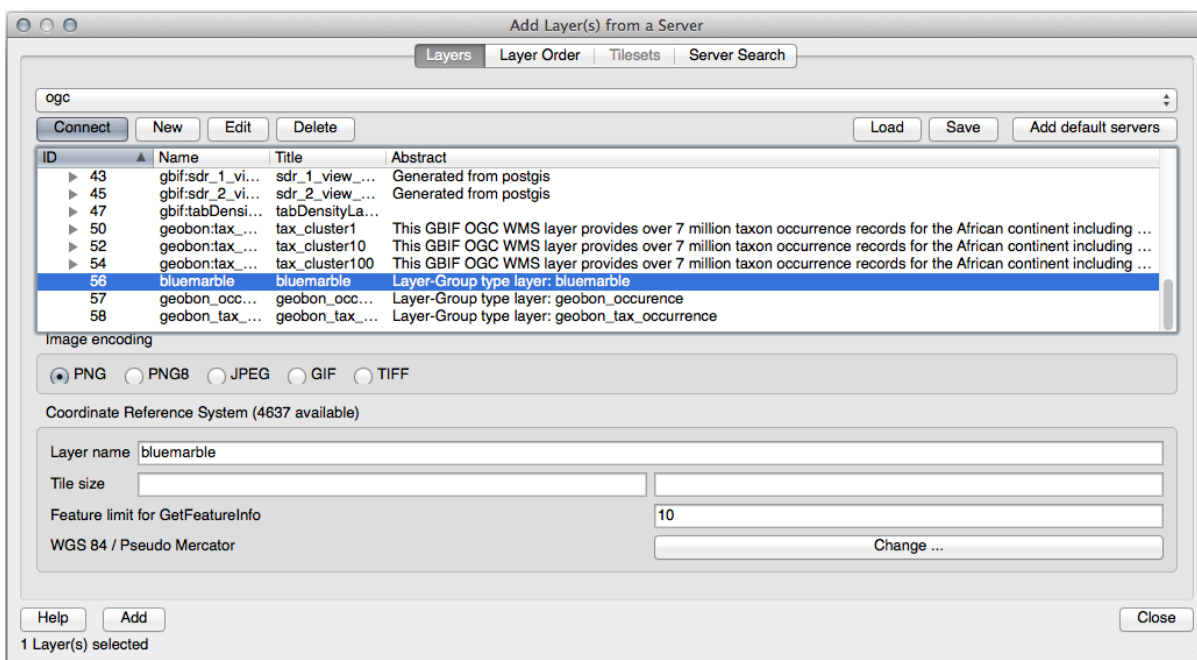
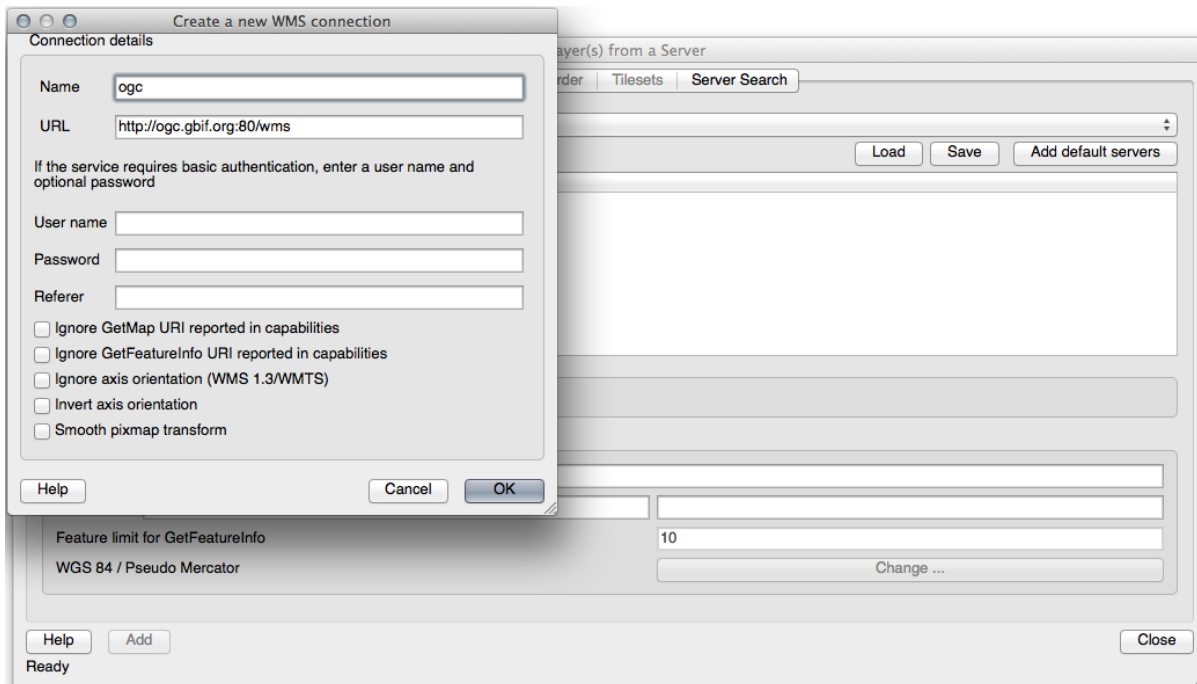
Therefore, it's better not to use this data for the current map. The Blue Marble data is more suitable at global or national scales.

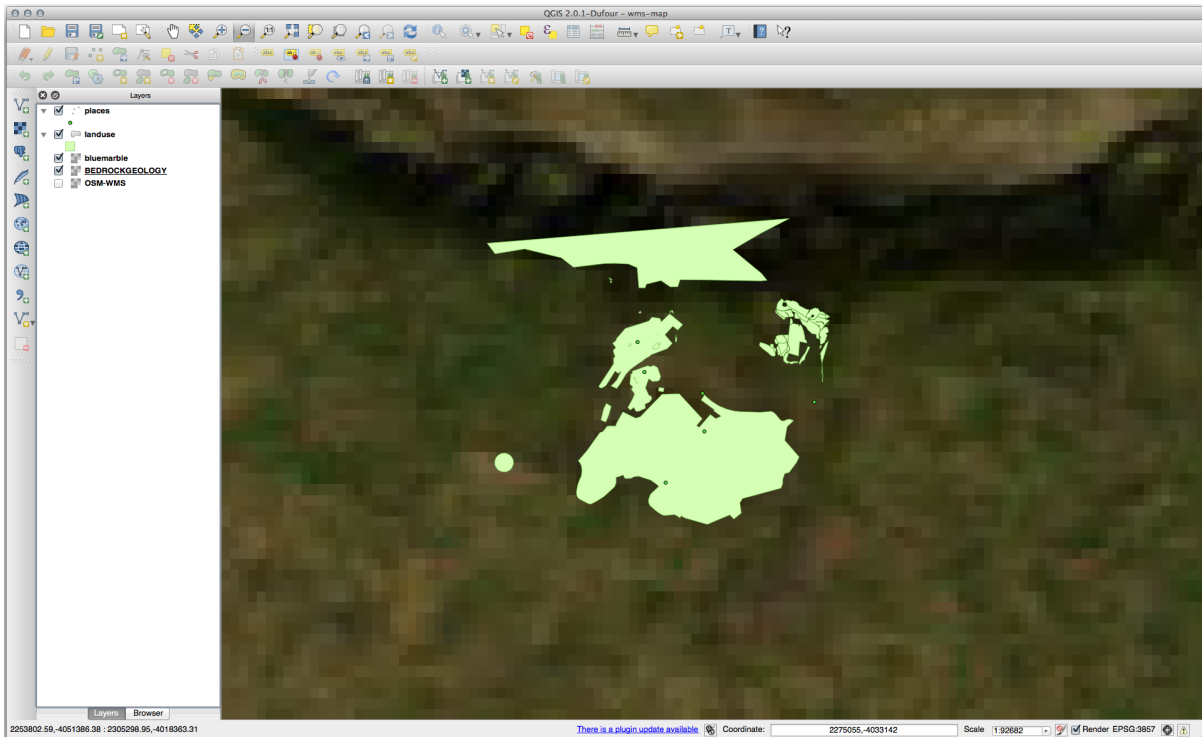
*Back to text*

### 21.14.3 Finding a WMS Server

You may notice that many WMS servers are not always available. Sometimes this is temporary, sometimes it is permanent. An example of a WMS server that worked at the time of writing is the *World Mineral Deposits* WMS at [http://apps1.gdr.nrcan.gc.ca/cgi-bin/worldmin\\_en-ca\\_ows](http://apps1.gdr.nrcan.gc.ca/cgi-bin/worldmin_en-ca_ows). It does not require fees or have access constraints, and it is global. Therefore, it does satisfy the requirements. Keep in mind, however, that this is merely an example. There are many other WMS servers to choose from.

*Back to text*





## 21.15 Results For GRASS Integration

### 21.15.1 Add Layers to Mapset

You can add layers (both vector and raster) into a GRASS Mapset by drag and drop them in the Browser (see *Follow Along: Load data using the QGIS Browser*) or by using the `v.in.gdal.qgis` for vector and `r.in.gdal.qgis` for raster layers.

*Back to text*

### 21.15.2 Reclassify raster layer

To discover the maximum value of the raster run the `r.info` tool: in the console you will see that the maximum value is 1699.

You are now ready to write the rules. Open a text editor and add the following rules:

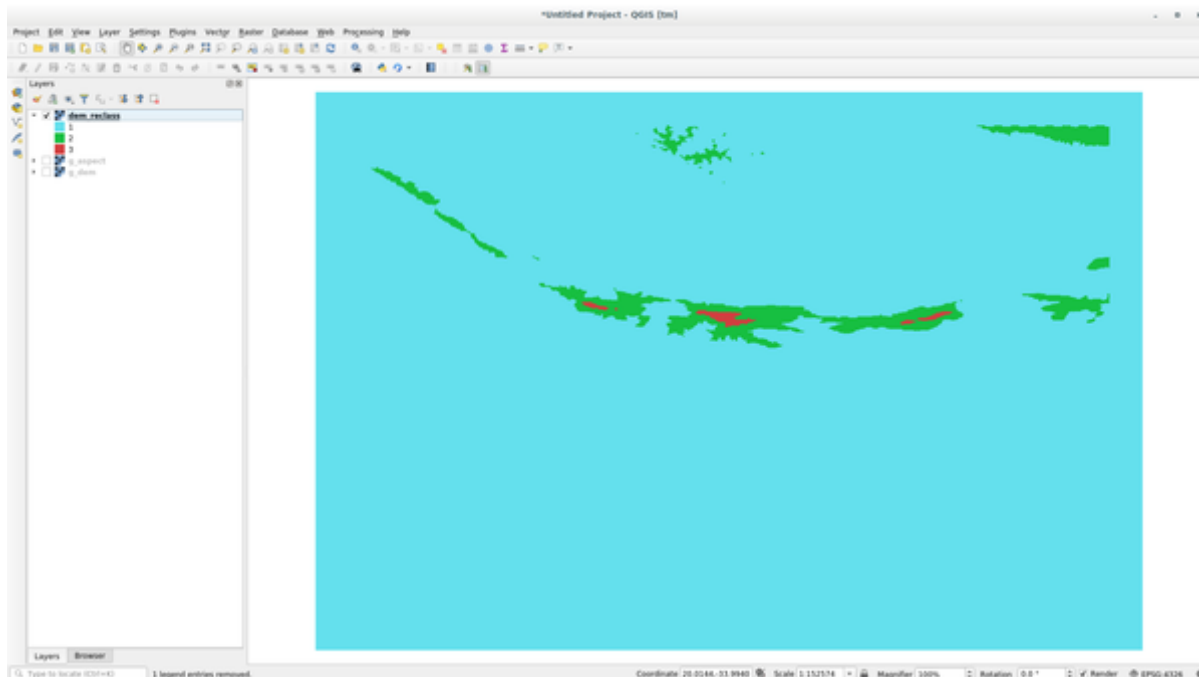
```
0 thru 1000 = 1
1000 thru 1400 = 2
1400 thru 1699 = 3
```

save the file as a `my_rules.txt` file and close the text editor.

Run the `r.reclass` tool, choose the `g_dem` layer and load the file containing the rules you just have saved.

Click on *Run* and then on *View Output*. You can change the colors and the final result should look like the following picture:

*Back to text*



## 21.16 Results For *Database Concepts*

### 21.16.1 *Address Table Properties*

For our theoretical address table, we might want to store the following properties:

```
House Number
Street Name
Suburb Name
City Name
Postcode
Country
```

When creating the table to represent an address object, we would create columns to represent each of these properties and we would name them with SQL-compliant and possibly shortened names:

```
house_number
street_name
suburb
city
postcode
country
```

*Back to text*

## 21.16.2 Normalising the People Table

The major problem with the *people* table is that there is a single address field which contains a person's entire address. Thinking about our theoretical *address* table earlier in this lesson, we know that an address is made up of many different properties. By storing all these properties in one field, we make it much harder to update and query our data. We therefore need to split the address field into the various properties. This would give us a table which has the following structure:

| id | name          | house_no | street_name    | city       | phone_no    |
|----|---------------|----------|----------------|------------|-------------|
| 1  | Tim Sutton    | 3        | Buirski Plein  | Swellendam | 071 123 123 |
| 2  | Horst Duester | 4        | Avenue du Roix | Geneva     | 072 121 122 |

**Nota:** In the next section, you will learn about Foreign Key relationships which could be used in this example to further improve our database's structure.

[Back to text](#)

## 21.16.3 Further Normalisation of the People Table

Our *people* table currently looks like this:

| id | name         | house_no | street_id | phone_no    |
|----|--------------|----------|-----------|-------------|
| 1  | Horst Duster | 4        | 1         | 072 121 122 |

The *street\_id* column represents a “one to many” relationship between the *people* object and the related *street* object, which is in the *streets* table.

One way to further normalise the table is to split the name field into *first\_name* and *last\_name*:

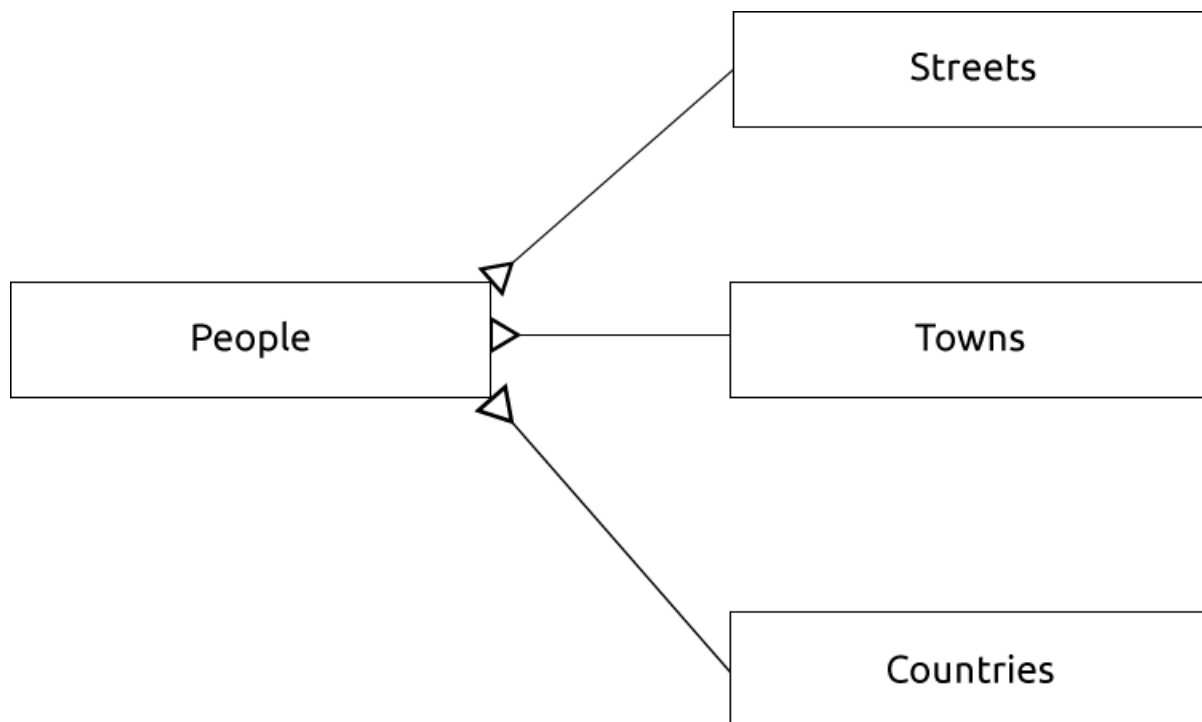
| id | first_name | last_name | house_no | street_id | phone_no    |
|----|------------|-----------|----------|-----------|-------------|
| 1  | Horst      | Duster    | 4        | 1         | 072 121 122 |

We can also create separate tables for the town or city name and country, linking them to our *people* table via “one to many” relationships:

| id | first_name | last_name | house_no | street_id | town_id | country_id |
|----|------------|-----------|----------|-----------|---------|------------|
| 1  | Horst      | Duster    | 4        | 1         | 2       | 1          |

An ER Diagram to represent this would look like this:

[Back to text](#)



### 21.16.4 Create a People Table

The SQL required to create the correct people table is:

```
create table people (id serial not null primary key,
                    name varchar(50),
                    house_no int not null,
                    street_id int not null,
                    phone_no varchar null );
```

The schema for the table (enter \d people) looks like this:

```
Table "public.people"
Column      |          Type          | Modifiers
-----|-----|-----
id          | integer                | not null default
              |                        | nextval('people_id_seq'::regclass)
name        | character varying(50) |
house_no    | integer                | not null
street_id   | integer                | not null
phone_no    | character varying     |
Indexes:
  "people_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
```

**Nota:** For illustration purposes, we have purposely omitted the fkey constraint.

*Back to text*



## 21.16.5 The DROP Command

The reason the DROP command would not work in this case is because the *people* table has a Foreign Key constraint to the *streets* table. This means that dropping (or deleting) the *streets* table would leave the *people* table with references to non-existent *streets* data.

---

**Nota:** It is possible to “force” the *streets* table to be deleted by using the *CASCADE* command, but this would also delete the *people* and any other table which had a relationship to the *streets* table. Use with caution!

---

[Back to text](#)

## 21.16.6 Insert a New Street

The SQL command you should use looks like this (you can replace the street name with a name of your choice):

```
insert into streets (name) values ('Low Road');
```

[Back to text](#)

## 21.16.7 Add a New Person With Foreign Key Relationship

Here is the correct SQL statement:

```
insert into streets (name) values ('Main Road');
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no)
  values ('Joe Smith',55,2,'072 882 33 21');
```

If you look at the streets table again (using a select statement as before), you’ll see that the *id* for the *Main Road* entry is 2.

That’s why we could merely enter the number 2 above. Even though we’re not seeing *Main Road* written out fully in the entry above, the database will be able to associate that with the *street\_id* value of 2.

---

**Nota:** If you have already added a new street object, you might find that the new *Main Road* has an ID of 3 not 2.

---

[Back to text](#)

## 21.16.8 Return Street Names

Here is the correct SQL statement you should use:

```
select count(people.name), streets.name
from people, streets
where people.street_id=streets.id
group by streets.name;
```

Result:

```
count | name
-----+-----
      1 | Low Street
      2 | High street
      1 | Main Road
(3 rows)
```

**Nota:** You will notice that we have prefixed field names with table names (e.g. people.name and streets.name). This needs to be done whenever the field name is ambiguous (i.e. not unique across all tables in the database).

---

*Back to text*

## 21.17 Results For Spatial Queries

### 21.17.1 The Units Used in Spatial Queries

The units being used by the example query are degrees, because the CRS that the layer is using is WGS 84. This is a Geographic CRS, which means that its units are in degrees. A Projected CRS, like the UTM projections, is in meters.

Remember that when you write a query, you need to know which units the layer's CRS is in. This will allow you to write a query that will return the results that you expect.

*Back to text*

### 21.17.2 Creating a Spatial Index

```
CREATE INDEX cities_geo_idx
ON cities
USING gist (the_geom);
```

*Back to text*

## 21.18 Results For Geometry Construction

### 21.18.1 Creating Linestrings

```
alter table streets add column the_geom geometry;
alter table streets add constraint streets_geom_point_chk check
(st_geometrytype(the_geom) = 'ST_LineString'::text OR the_geom IS NULL);
insert into geometry_columns values ('','public','streets','the_geom',2,4326,
'LINESTRING');
create index streets_geo_idx
on streets
using gist
(the_geom);
```

*Back to text*

## 21.18.2 Linking Tables

```
delete from people;
alter table people add column city_id int not null references cities(id);
```

(capture cities in QGIS)

```
insert into people (name,house_no, street_id, phone_no, city_id, the_geom)
  values ('Faulty Towers',
         34,
         3,
         '072 812 31 28',
         1,
         'SRID=4326;POINT(33 33)');

insert into people (name,house_no, street_id, phone_no, city_id, the_geom)
  values ('IP Knightly',
         32,
         1,
         '071 812 31 28',
         1,F
         'SRID=4326;POINT(32 -34)');

insert into people (name,house_no, street_id, phone_no, city_id, the_geom)
  values ('Rusty Bedsprings',
         39,
         1,
         '071 822 31 28',
         1,
         'SRID=4326;POINT(34 -34)');
```

If you're getting the following error message:

```
ERROR: insert or update on table "people" violates foreign key constraint
       "people_city_id_fkey"
DETAIL: Key (city_id)=(1) is not present in table "cities".
```

then it means that while experimenting with creating polygons for the cities table, you must have deleted some of them and started over. Just check the entries in your cities table and use any id which exists.

*Back to text*

## 21.19 Results For Simple Feature Model

### 21.19.1 Populating Tables

```
create table cities (id serial not null primary key,
                    name varchar(50),
                    the_geom geometry not null);

alter table cities
add constraint cities_geom_point_chk
check (st_geometrytype(the_geom) = 'ST_Polygon'::text );
```

*Back to text*

### 21.19.2 Populate the Geometry\_Columns Table

```
insert into geometry_columns values
    ('','public','cities','the_geom',2,4326,'POLYGON');
```

*Back to text*

### 21.19.3 Adding Geometry

```
select people.name,
    streets.name as street_name,
    st_astext(people.the_geom) as geometry
from streets, people
where people.street_id=streets.id;
```

Result:

| name         | street_name | geometry      |
|--------------|-------------|---------------|
| Roger Jones  | High street |               |
| Sally Norman | High street |               |
| Jane Smith   | Main Road   |               |
| Joe Bloggs   | Low Street  |               |
| Fault Towers | Main Road   | POINT(33 -33) |

(5 rows)

As you can see, our constraint allows nulls to be added into the database.

*Back to text*