

# Modelli digitali del terreno e interpolazione

- *Esercitazione Lezione 5* -

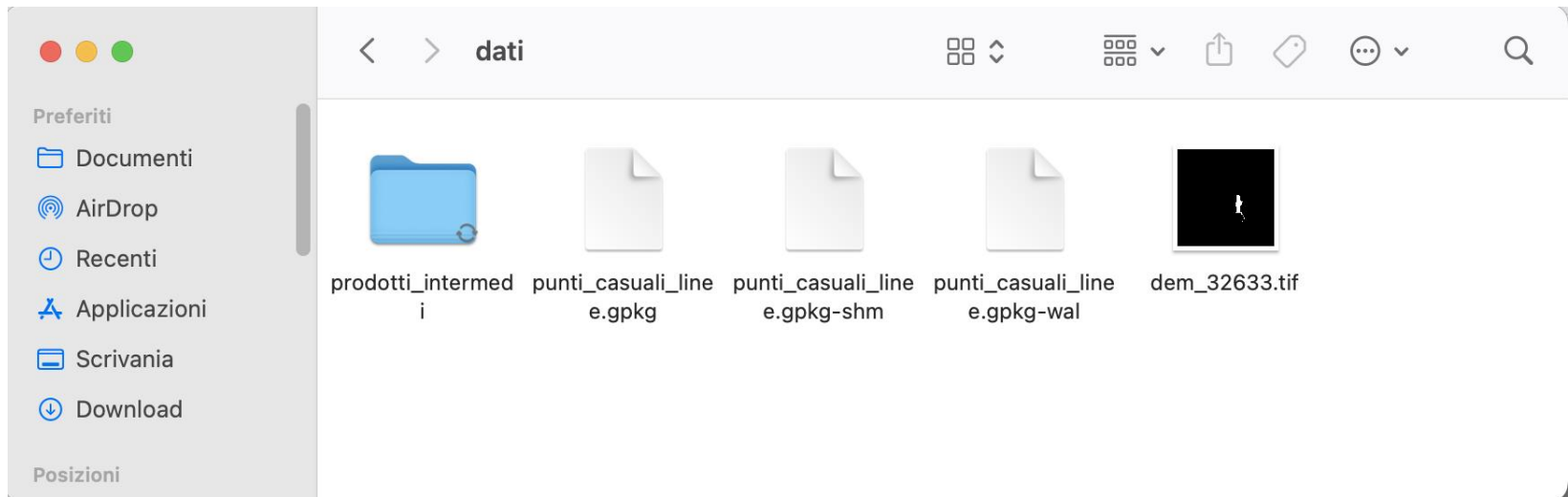
**Annalisa Minelli, PhD**  
**ISPRA**

# Indice

- Presentazione dati in input e loro origine
- Esercizio 1 – Interpolatori vettoriali: triangolazione con Mesh
- Esercizio 2 – Interpolatori vettoriali: poligoni di Voronoi
- Esercizio 3 – Interpolatori raster: l'inverso delle distanze pesate
- Esercizio 4 – Interpolatori raster: spline
- Esercizio 5 – Analisi del DEM: pendenza di un territorio
- Esercizio 6 – Analisi del DEM: esposizione di un territorio
- Esercizio 7 – Trovare le aree idonee per un ipotetico fotovoltaico a terra tramite il calcolatore raster

# Dati in input e loro origine

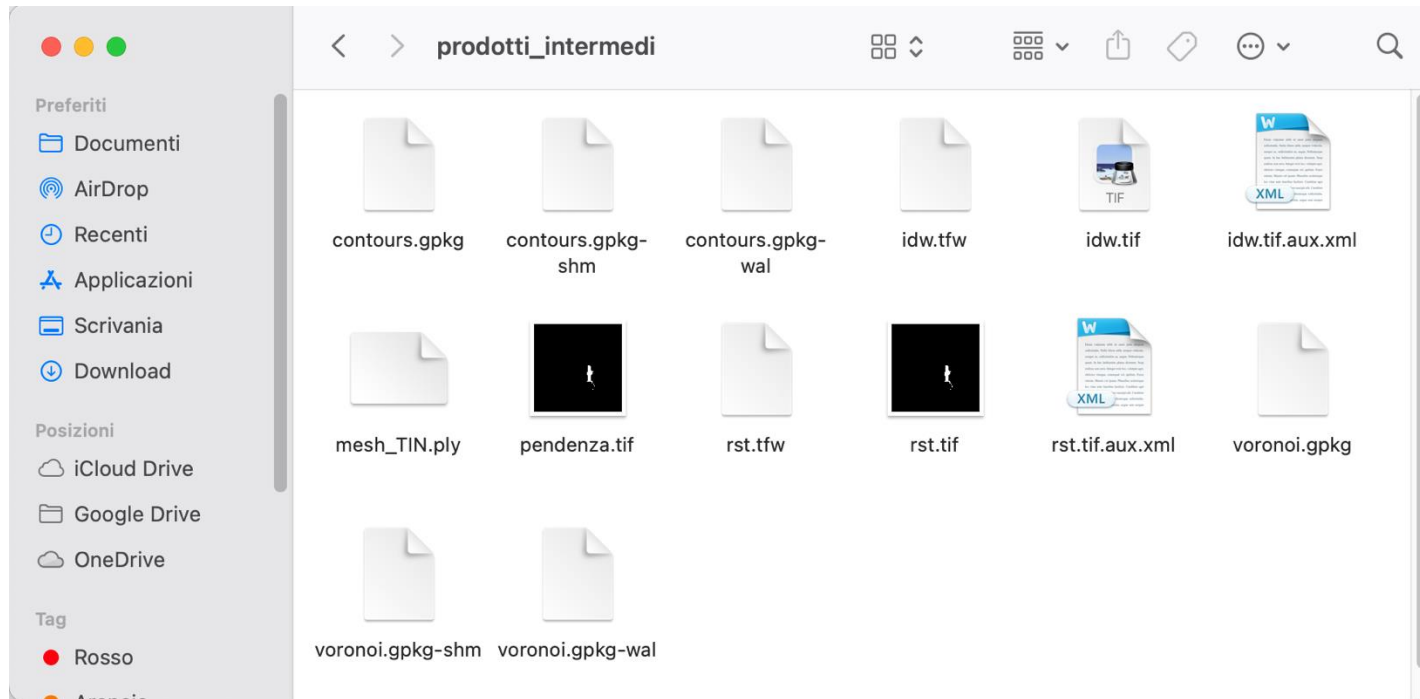
## Dati in input



- DEM del bacino del F. Chiascio (preso dal Geoportale Nazionale)
- Punti casuali (estratti da curve di livello tramite QGIS)

# Dati in input e loro origine

## Prodotti intermedi



- Curve di livello (estratte dal DEM)
- Triangolazione Mesh
- Poligoni di Voronoi
- Interpolazione IDW
- Interpolazione Spline
- Mappa di pendenza
- Mappa di esposizione

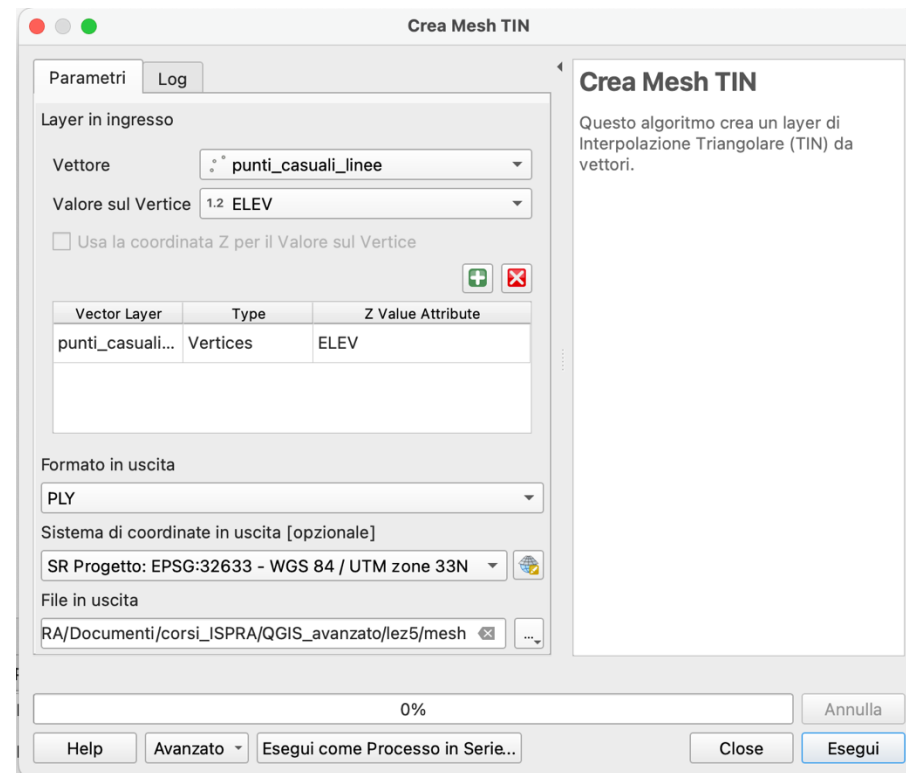
# Esercizio 1 - Interpolatori vettoriali: triangolazione con Mesh

## Triangolazione

L'algoritmo che useremo è Crea Mesh TIN, cerchiamo direttamente «mesh» nel campo «cerca» della finestra di processing. La triangolazione che creeremo è in tutto e per tutto uguale a quella che otterremmo con un classico Delaunay mentre osserveremo che il dato «mesh» non ha una tabella degli attributi (a differenza dei files vettoriali).

Scegliamo come vettoriale in ingresso il layer «punti\_casuali\_linee» e come valore sul vertice scegliamo il campo «ELEV» dello stesso. Ricordiamoci di aggiungere la proprietà tramite il tasto «+», altrimenti il programma restituirà un errore. Come formato in uscita scegliamo il .ply.

Consiglio di salvare il risultato in un file così che poi non avrete layers temporanei che perderete una volta chiuso QGIS.



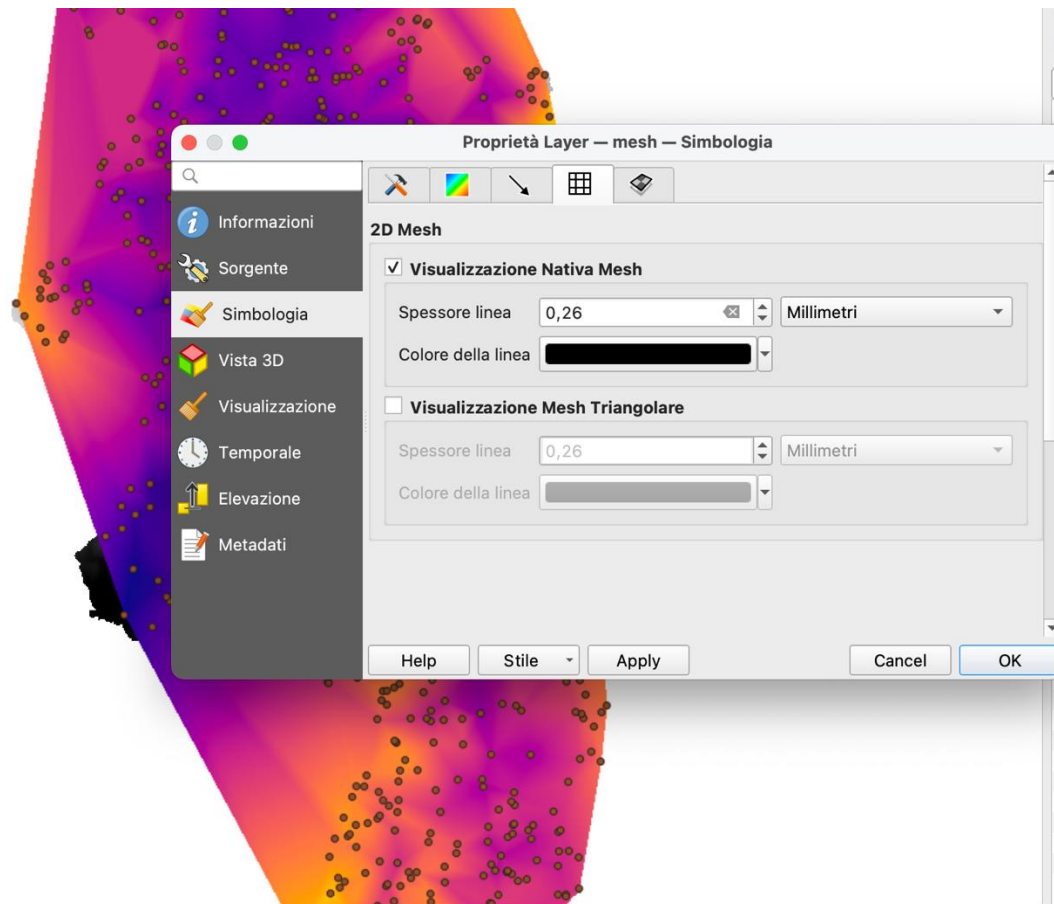
# Esercizio 1 - Interpolatori vettoriali: triangolazione con Mesh

## Triangolazione

Una volta ottenuto il risultato (molto simile ad un raster) andiamo in Proprietà e facciamo comparire la rete della triangolazione scegliendo «Visualizzazione Nativa Mesh», che si sovrapporrà alla mappa generata.

Interrogando un po' la mappa vedremo che vengono restituiti: il valore scalare di quota (come in un raster) e le coordinate del centroide della faccia e del punto cliccato.

Elemento	Valore
▼ mesh	0
▼ Bed Elevation	
Valore Scalare	948,83
▼ (Derivato)	
Sorgente	/Users/annalisaminelli/Library/C...
▼ Geometria	
(coordinata X cliccata)	323216
(coordinata Y cliccata)	4758144
▼ (Derivato)	
Centroide faccia X	323095
Centroide faccia Y	4,75832e+06
Posizione Vertice ...	323135
Posizione Vertice ...	4,75817e+06

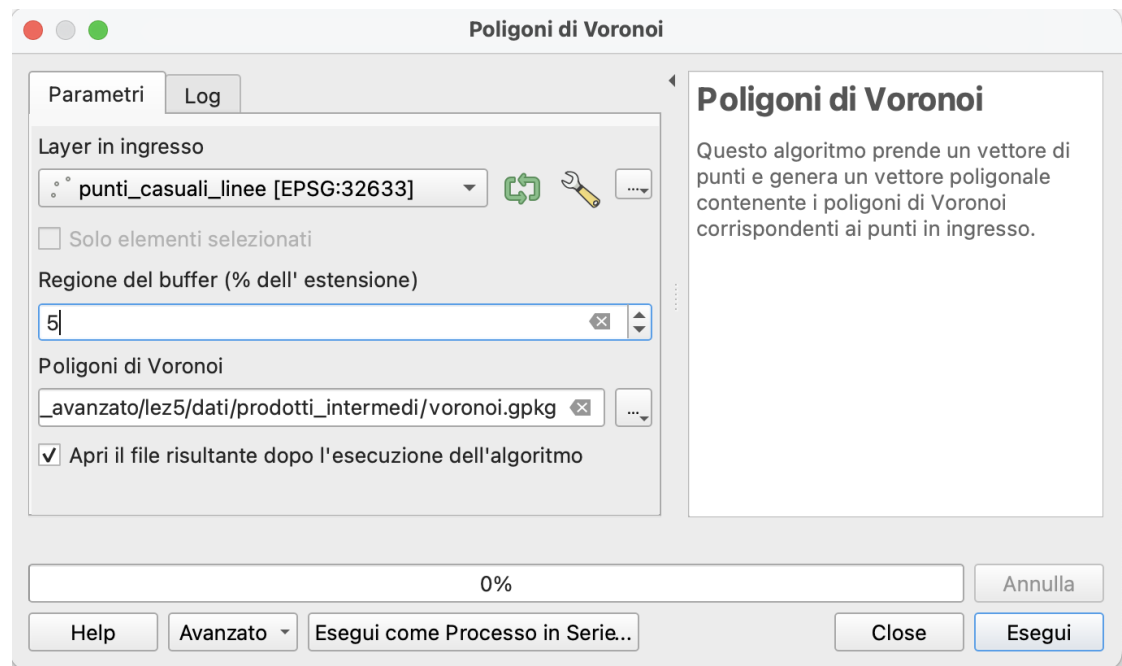


## Esercizio 2 – Interpolatori vettoriali: poligoni di Voronoi

### Tassellatura

Un algoritmo leggermente differente è quello dei poligoni di Voronoi. Si accede ad esso sempre cercando «Voronoi» tra gli strumenti di processing.

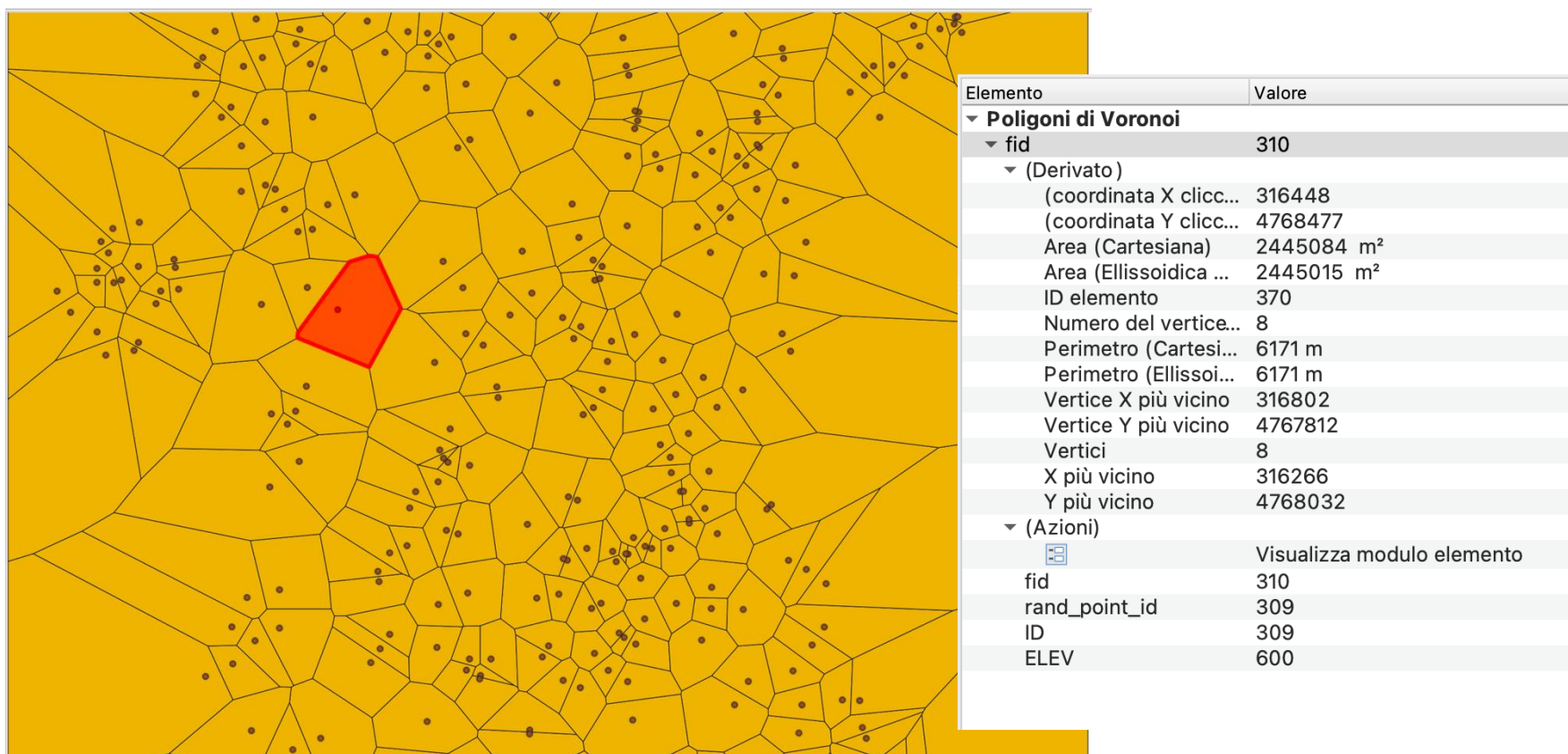
Scegliamo come input sempre i nostri «punti\_casuali\_linee», scegliamo un nome per la mappa in output (ad esempio «voronoi») e aumentiamo la regione computazionale di un 5% rispetto all'estensione del layer di ingresso: questo ci permette di fare sì che nessun punto cada al di fuori della tassellatura.



## Esercizio 2 – Interpolatori vettoriali: poligoni di Voronoi

### Tassellatura

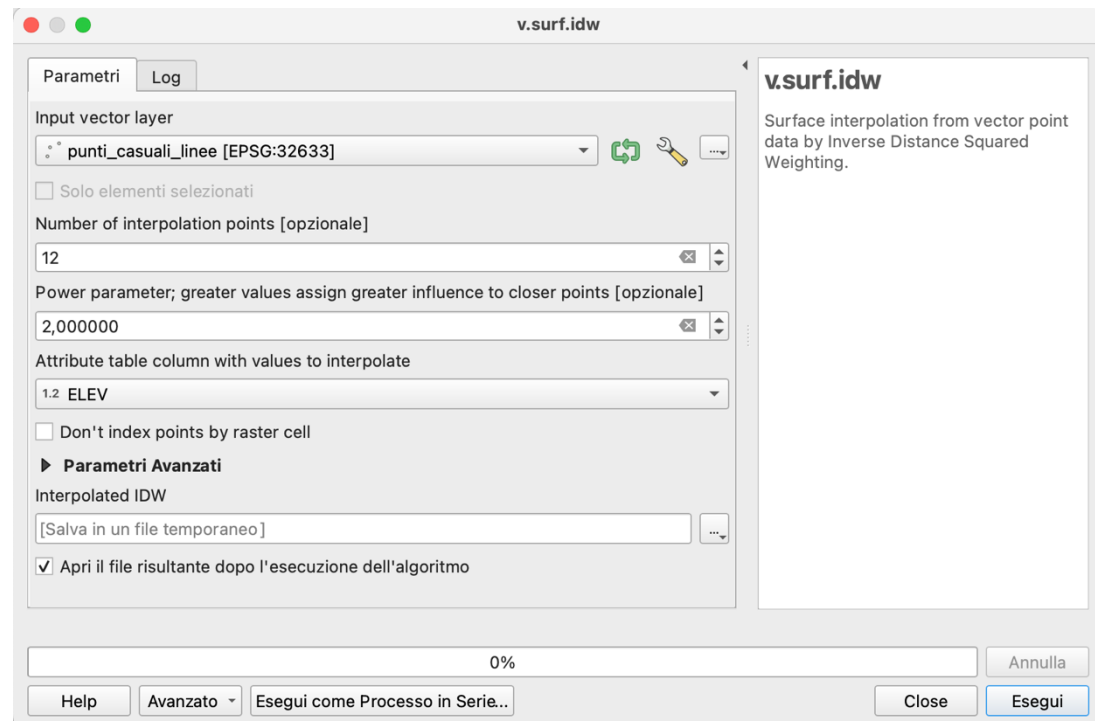
Per ogni elemento identificato viene riportata l'area il perimetro, il n. del vertice più vicino (per ID), le coordinate dello stesso e quindi la quota associata al tassello (QGIS qui copia semplicemente gli attributi del file in input).



## Esercizio 3 – Interpolatori raster: l'inverso delle distanze pesate

### IDW

Un algoritmo di interpolazione raster tra i più usati per la sua semplicità è l'inverso delle distanze pesate. Usiamo la versione di GRASS dell'algoritmo: l'input è sempre il file di punti, come numero di punti di interpolazione lasciamo il default (12), per ora lasciamo anche di default il parametro di potenza (2). Scegliamo «ELEV» come valore da interpolare e diamo un nome alla mappa in output.



## Esercizio 3 – Interpolatori raster: l'inverso delle distanze pesate

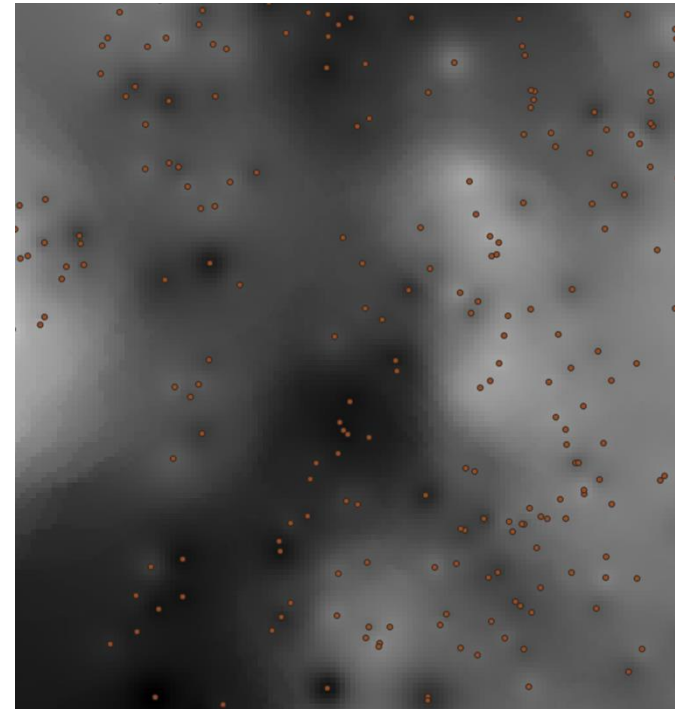
### IDW

Un algoritmo di interpolazione raster tra i più usati per la sua semplicità è l'inverso delle distanze pesate. Usiamo la versione di GRASS dell'algoritmo: l'input è sempre il file di punti, come numero di punti di interpolazione lasciamo il default (12), per ora lasciamo anche di default il parametro di potenza (2). Scegliamo «ELEV» come valore da interpolare e diamo un nome alla mappa in output.

Se l'output non ci soddisfa possiamo provare a «giocare» con i due parametri di interpolazione, aumentando o diminuendo il range di influenza di ogni singolo punto campionato e ricordando la forma delle equazioni alla base dell'algoritmo.

$$X^* = \frac{W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + \dots + W_n X_n}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}$$

$$w_1 = \frac{1}{d_{ix}^p}$$

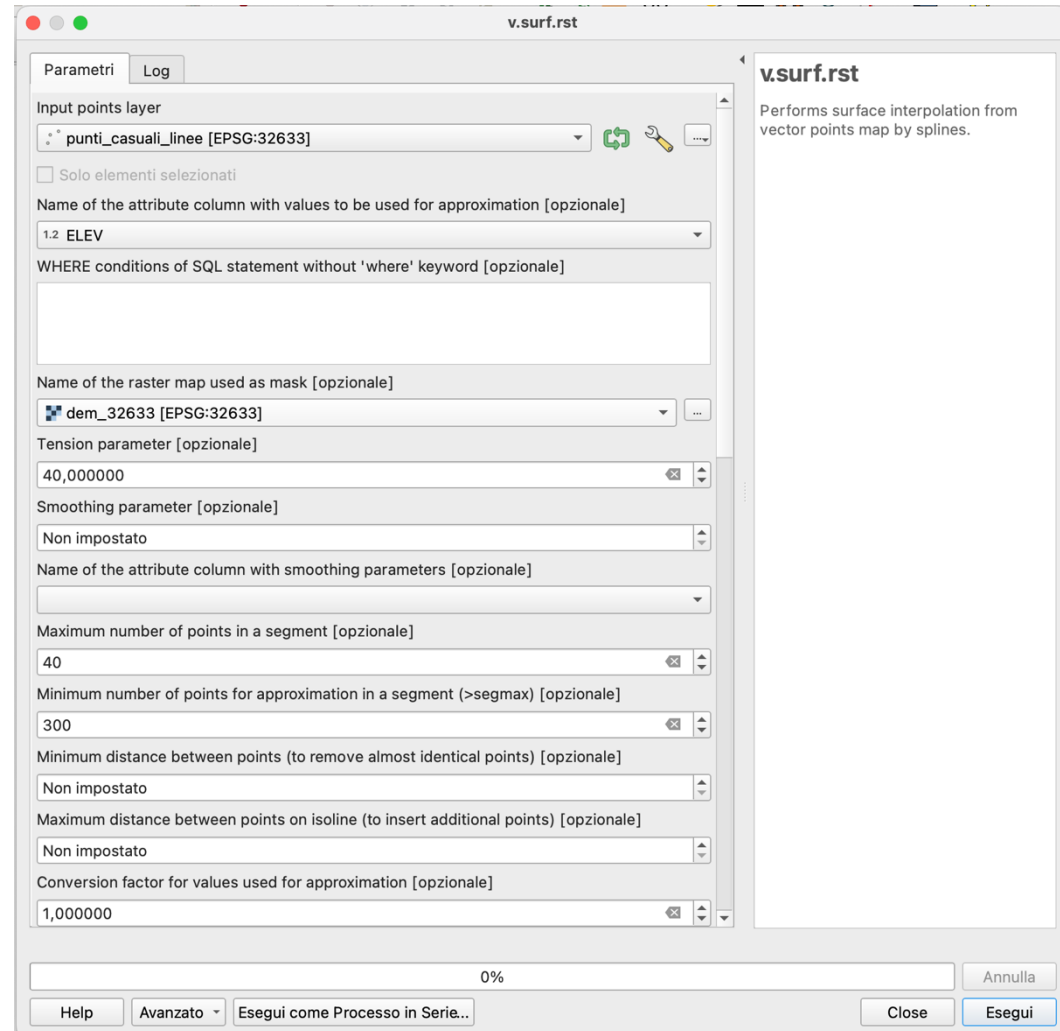


## Esercizio 4 – Interpolatori raster: spline

### RST

Anche in questo caso lavoreremo con GRASS. Scegliamo in input il nostro file di punti e l'attributo del file vettoriale da interpolare. Possiamo poi scegliere di usare un raster come maschera dell'output (mettiamo il DEM) e scegliamo i parametri di interpolazione. Richiamiamo l'immagine della tenda:

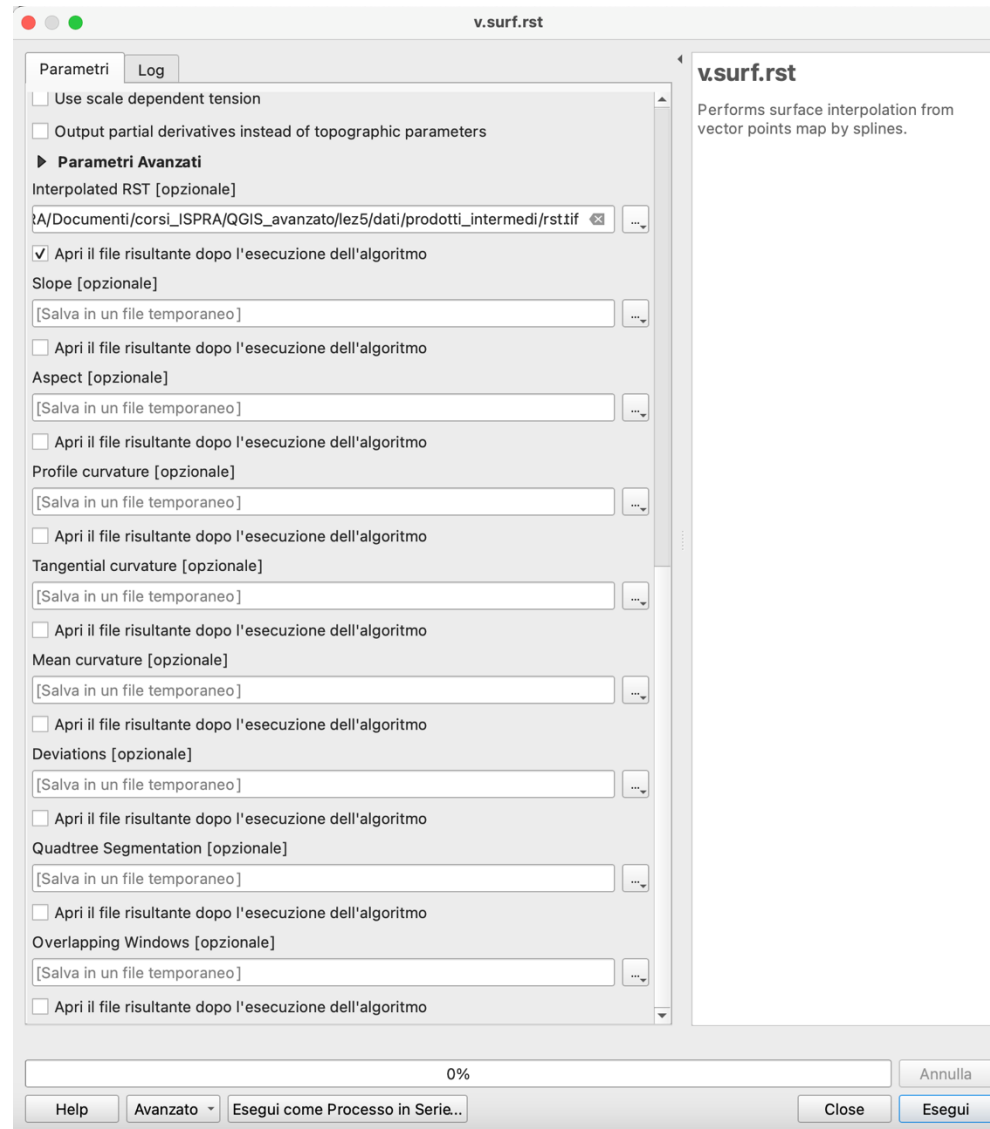
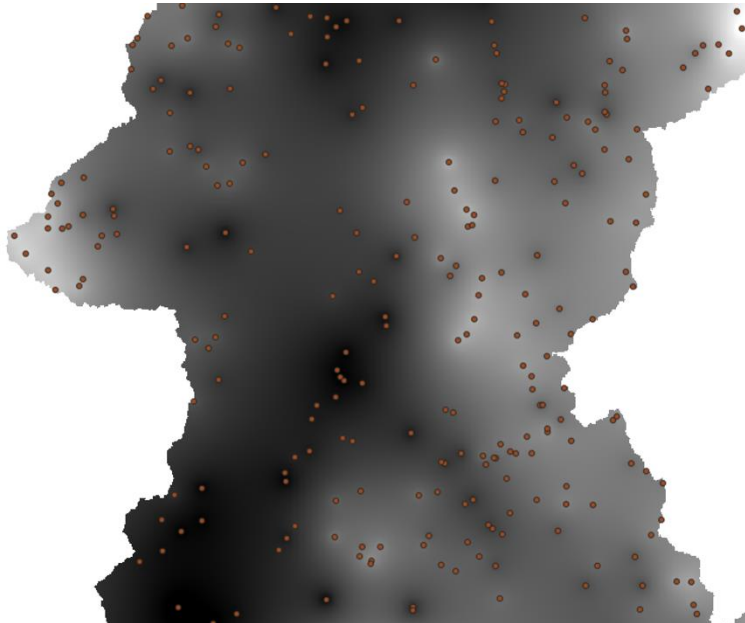
La tension ci dice quanto il tessuto sopra i «paletti» sarà teso, lo smoothing quanto il valore riportato nei paletti (punti campionati) è attendibile (tanto che può anche essere definito punto per punto).



## Esercizio 4 – Interpolatori raster: spline

### RST

Lasciamo tutti gli altri parametri di default, scegliamo un nome per la mappa in output (Interpolated RST) e deseleggiamo tutti gli altri prodotti. Rispetto alla mappa IDW RST risulta normalmente più smussata.



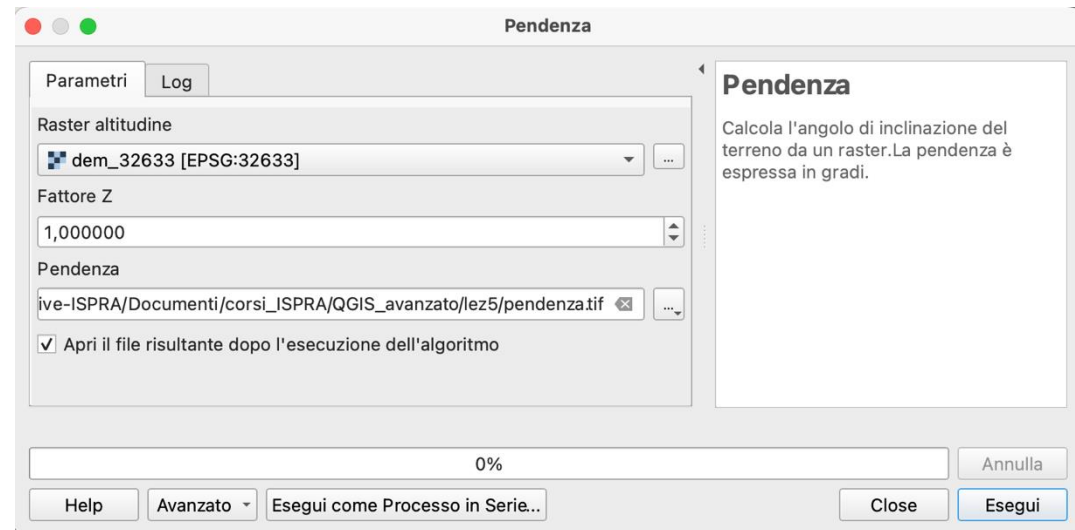
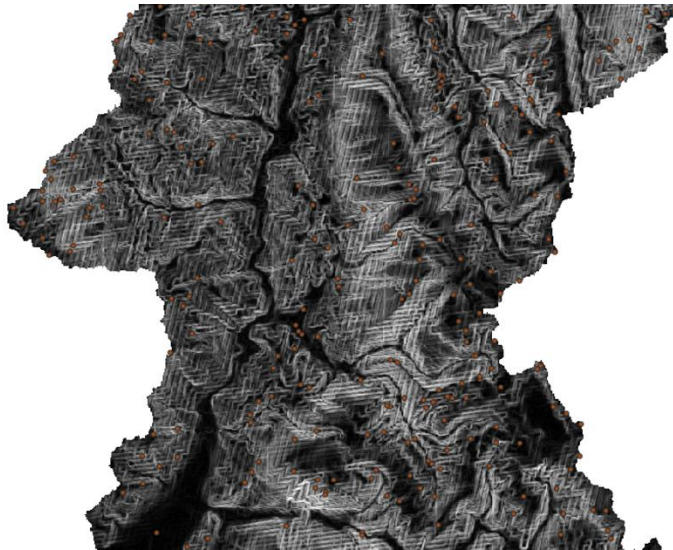
## Esercizio 5 – Analisi del DEM: pendenza di un territorio

### Slope

Eseguiamo quindi un'analisi di pendenza del DEM, in questo caso usando lo strumento di processing di QGIS.

Inseriamo il DEM come input e lasciamo il «fattore Z» al suo valore di default (1). Esso indica l'esagerazione verticale e può essere utile quando, ad esempio, le unità di misura X-Y e Z differiscono tra loro (piedi – metri, ad esempio).

Interrogando l'output otterremo l'angolo verticale di pendenza e noteremo che i valori, per il bacino del Chiascio, sono compresi tra 0 e 63°.

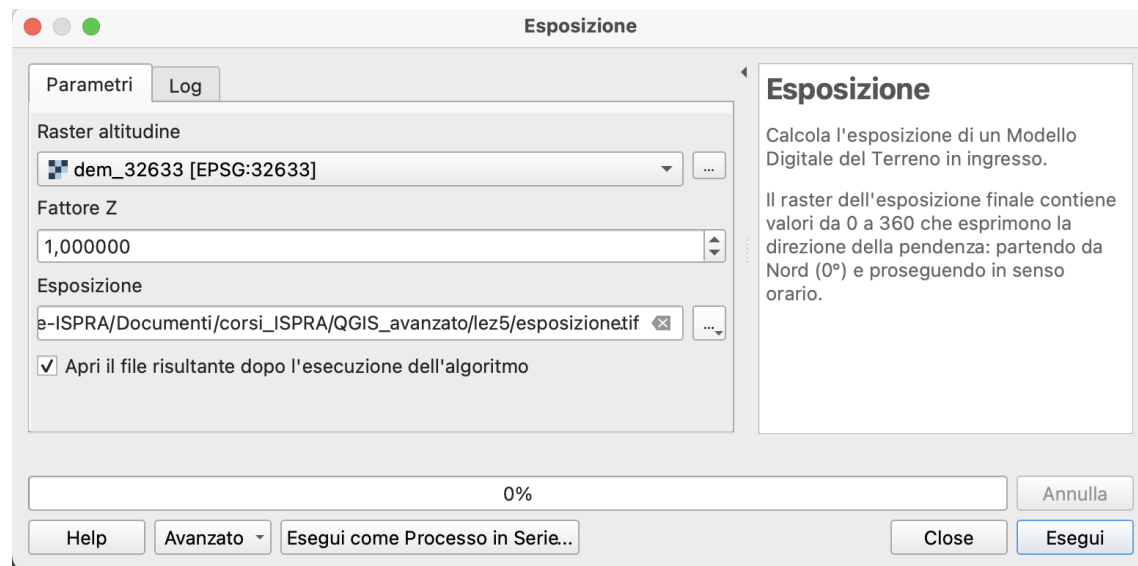
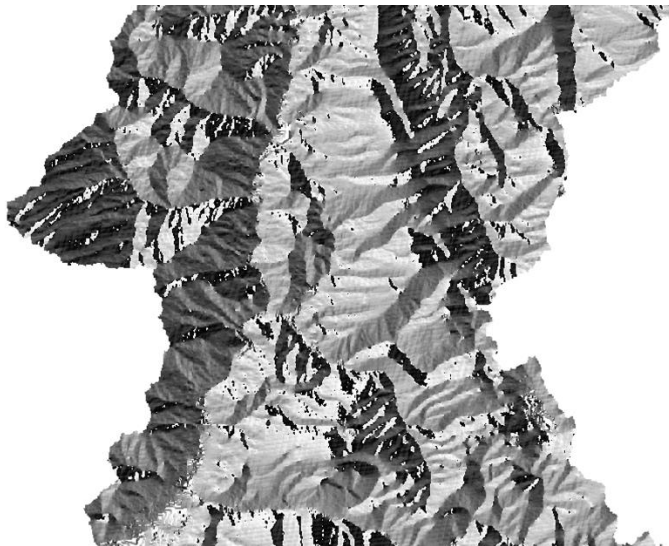


## Esercizio 6 – Analisi del DEM: esposizione di un territorio

### Aspect

Per lo stesso bacino ora calcoliamo l'esposizione (le mappe di slope ed aspect ci serviranno poi, nel successivo esercizio). Usiamo sempre il DEM, diamo un nome alla mappa in output e lasciamo il fattore Z a 1.

La mappa ci fornisce l'esposizione del versante (angolo orizzontale) e assume cella per cella valori da 0 a 360°, contati da Nord in senso orario.



## Esercizio 7 – Trovare le aree idonee per un ipotetico fotovoltaico a terra tramite il calcolatore raster

Il calcolatore raster può essere aperto dal pannello Raster sulla barra in alto.

Lo strumento è estremamente versatile.

Ipotizzando che la maggior parte dei campi disponibili per un eventuale impianto fotovoltaico a terra siano al di sotto dei 1000m (devono essere raggiungibili), vediamo quali aree sono ipoteticamente «buone» in funzione della pendenza (da 0 a 10°) e dell'esposizione (da SE a SO: 135-225°).

**Calcolatore Raster**

**Bande Raster**

- dem\_32633@1
- esposizione@1
- idw@1
- mapcalc@1
- pendenza@1
- rst@1

**Layer del Risultato**

Crea un raster al volo invece che scrivere il layer su disco

Raster in uscita: avanzato/lez5/dati/prodotti\_intermedi/mapcalc

Formato in uscita: GeoTIFF

**Estensione Spaziale**

Usa Estensione del Layer Selezionato

X min: 250337,17204 X max: 359457,17204

Y min: 4724522,38555 Y max: 4833202,38555

**Risoluzione**

Colonne: 5456 Righe: 5434

SR di uscita: EPSG:32633 - WGS 84 / UTM zone 33N

Aggiungi al progetto

**Operatori**

+	*	(	min	IF	cos	acos
-	/	)	max	AND	sin	asin
<	>	=	abs	OR	tan	atan
<=	>=	!=	^	sqrt	log10	ln

**Espressione del Calcolatore Raster**

```
if ( "dem_32633@1" < 1000, if ( "pendenza@1" > 0 AND "pendenza@1" < 10 AND "esposizione@1" > 135 AND "esposizione@1" < 225, 1, 0), 0)
```

Espressione valida

Help Cancel OK

## Esercizio 7 – Trovare le aree idonee per un ipotetico fotovoltaico a terra tramite il calcolatore raster

L'espressione da inserire sarà:

```
if ( "dem_32633@1" < 1000, if ( "pendenza@1" > 0 AND "pendenza@1" < 10 AND "esposizione@1" > 135 AND "esposizione@1" < 225, 1, 0), 0)
```

La mappa in output assume solo valore 1 (terreni idonei), e 0 (terreni non idonei).



Si può verificare a campione che l'elaborazione sia corretta interrogando i pixel delle 3 mappe coinvolte in corrispondenza di zone idonee.

Lo strumento è molto versatile: si possono calcolare le differenze tra due DEM per verificarne l'accuratezza, o identificare zone che rispondono a determinati requisiti (come in questo caso).

**FINE: Grazie per l'attenzione!**



Dubbi? Perplessità?

[annalisa.minelli@isprambiente.it](mailto:annalisa.minelli@isprambiente.it)