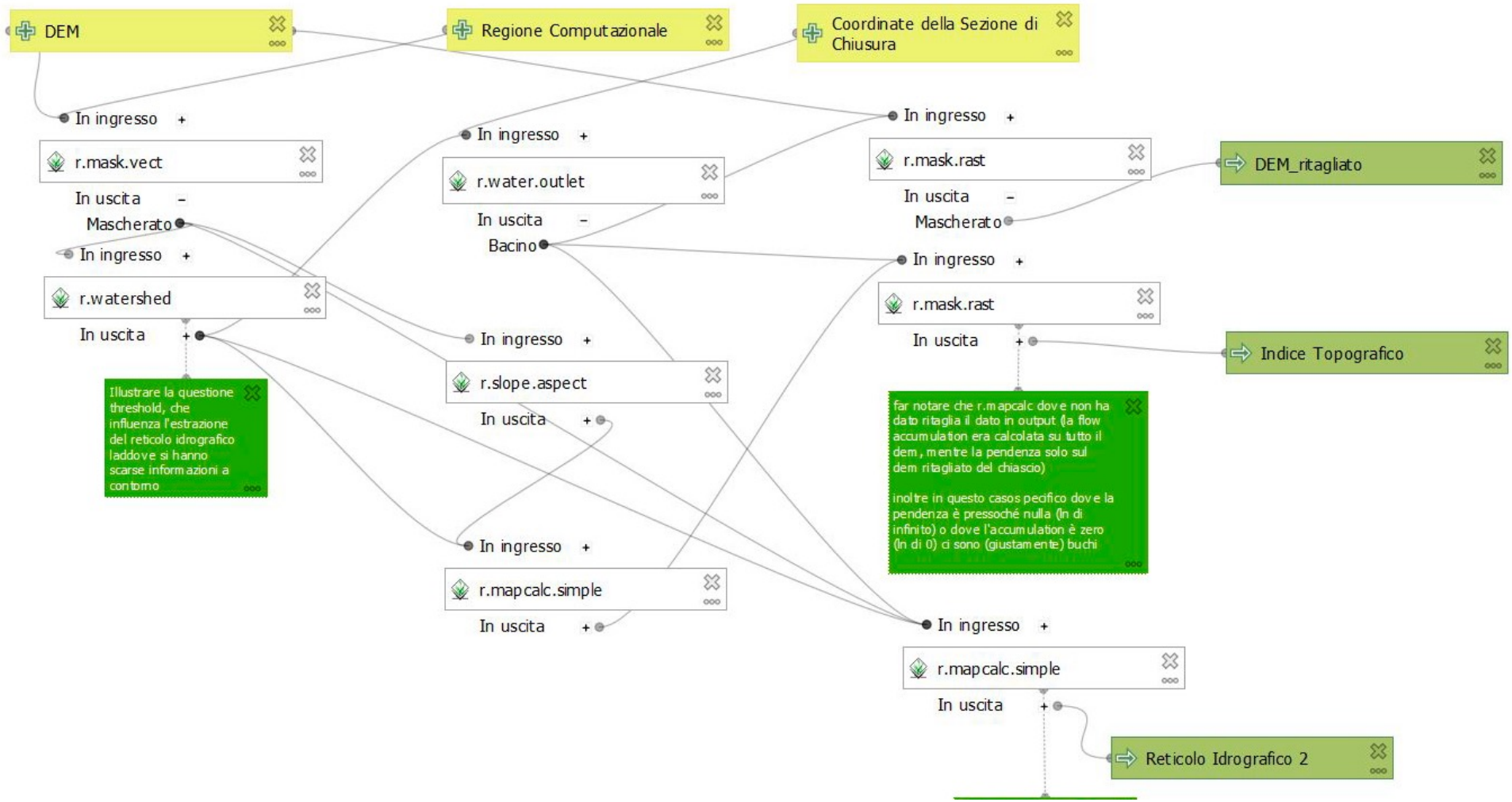
Modellazione idrologica con QGIS
model builder e creazione di plugins

- Esercitazione 6 -

Annalisa Minelli, PhD
ISPRA

Utilizzo di QGIS per l'analisi spaziale e il monitoraggio ambientale
LIVELLO AVANZATO

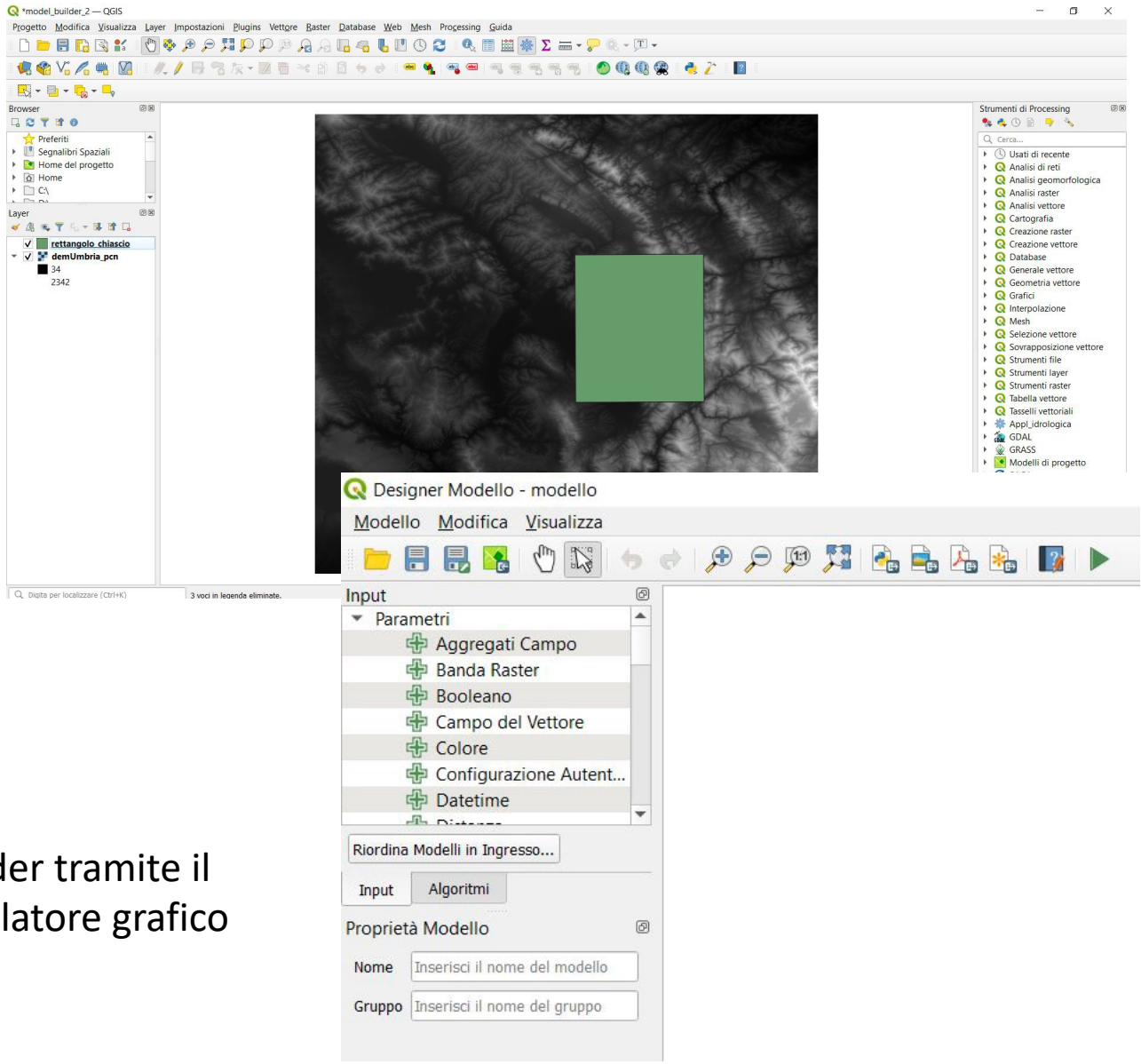
Indice


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo casos pecifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

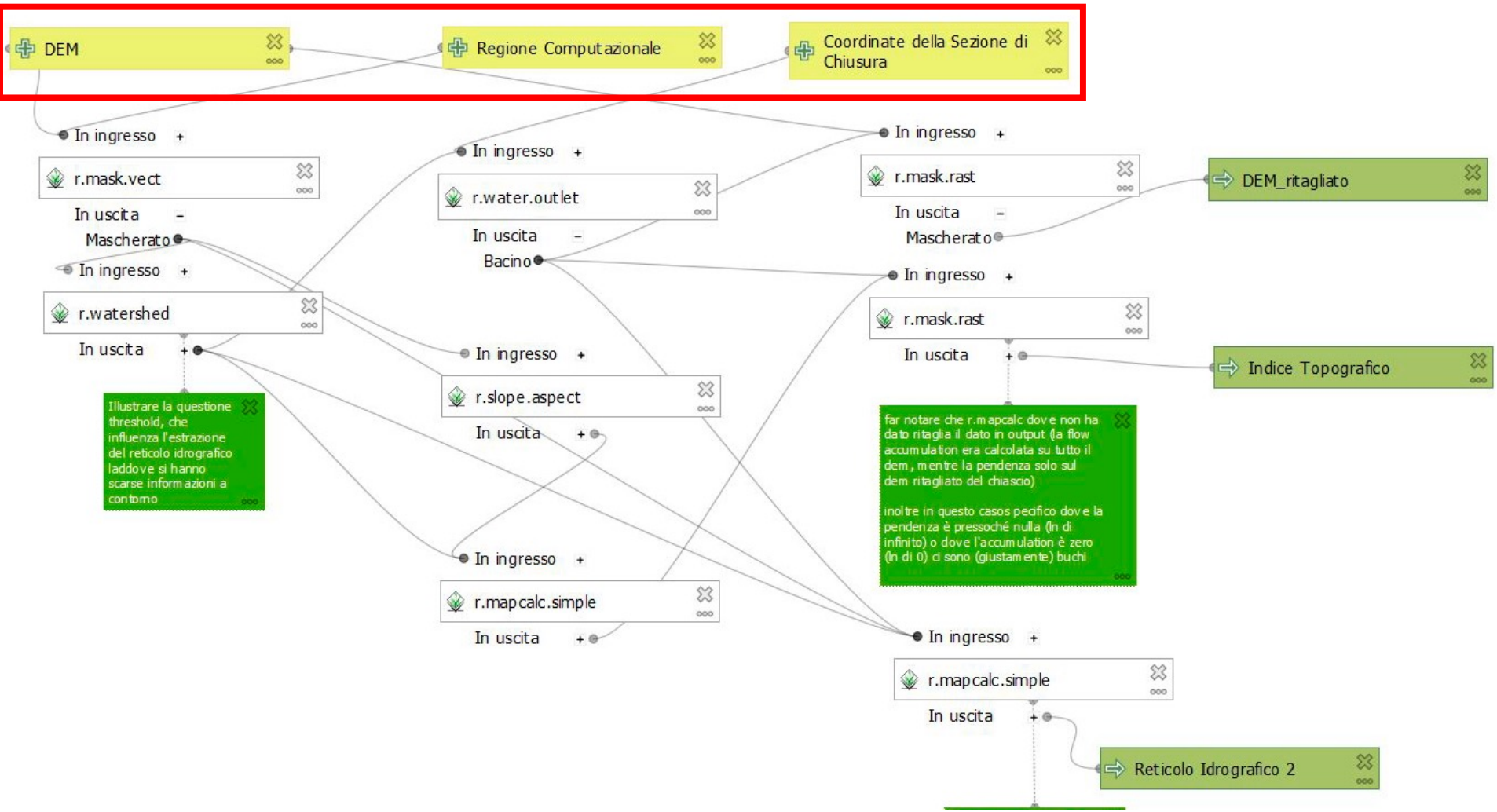
Set up iniziale

Apriamo un nuovo progetto di QGIS e carichiamo i layers:

- demUmbria_pcn.tiff - raster delle quote dell'intera regione Umbria
- rettangolo_chiascio.shp – rettangolo vettoriale che delimita a spanne l'area del bacino del F. Topino

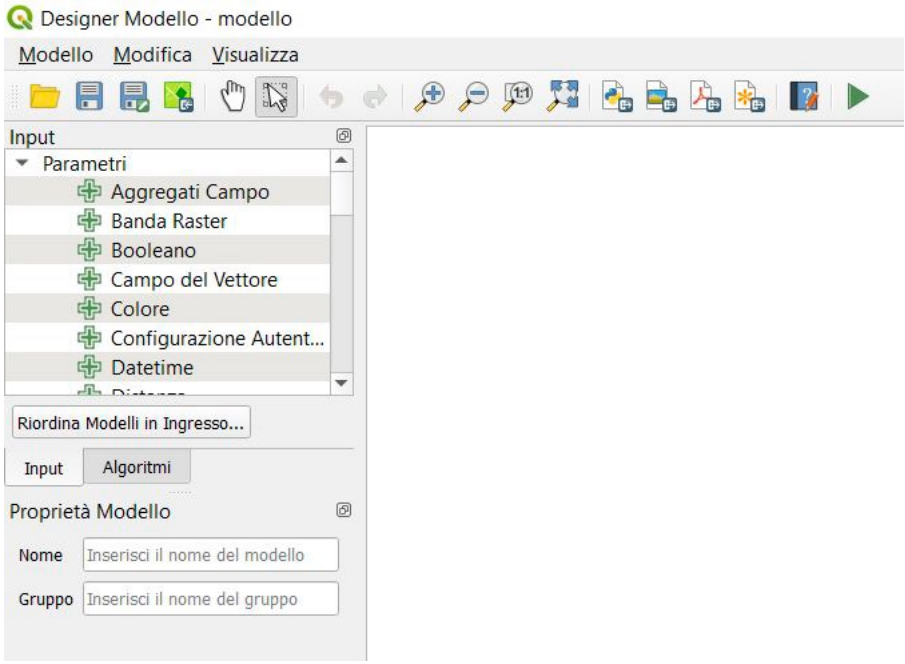


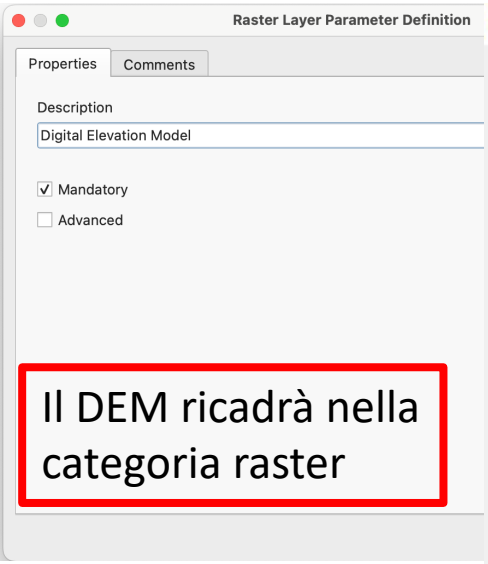
Apriamo quindi il Model Builder tramite il percorso: Processing > Modellatore grafico


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

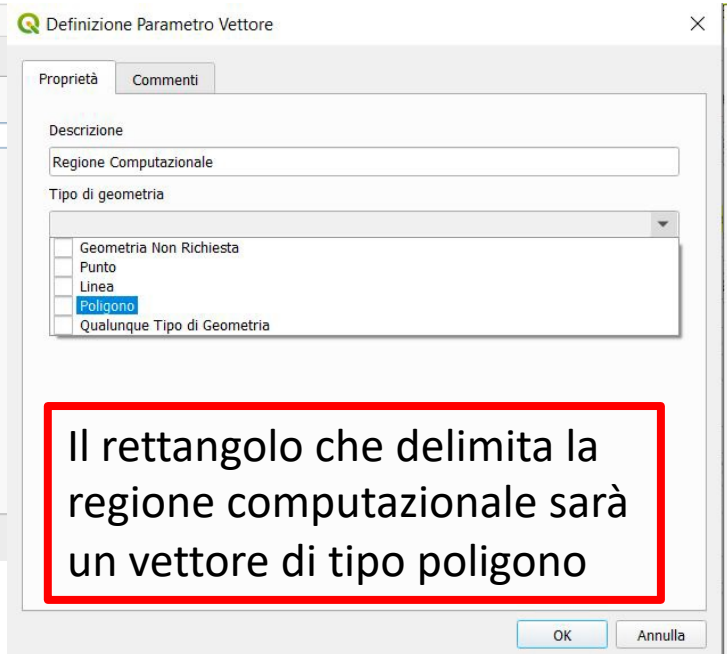
Definire gli input

Gli input al nostro modello saranno, oltre al DEM e al rettangolo che delimita l'area di lavoro, anche una coppia di coordinate che rappresenta la sezione di chiusura del bacino oggetto di studio. Quindi nel pannello a sinistra selezioniamo "Input" e andiamo a prendere gli elementi corrispondenti:

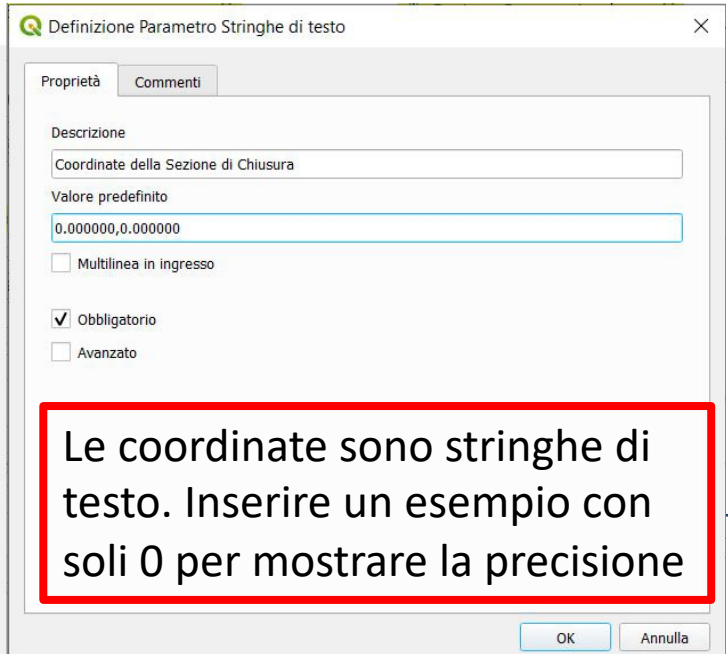




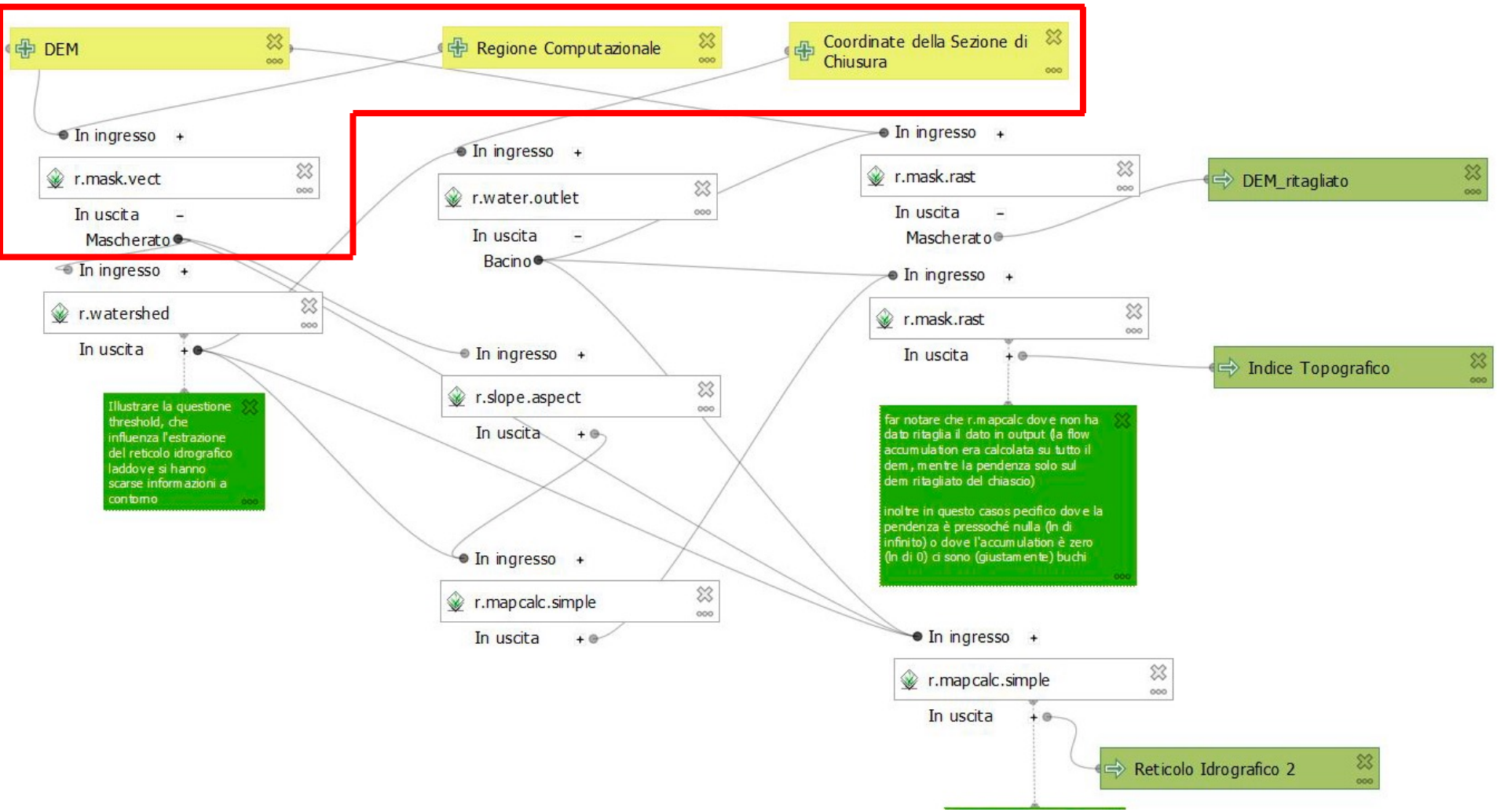
Il DEM ricadrà nella categoria raster



Il rettangolo che delimita la regione computazionale sarà un vettore di tipo poligono

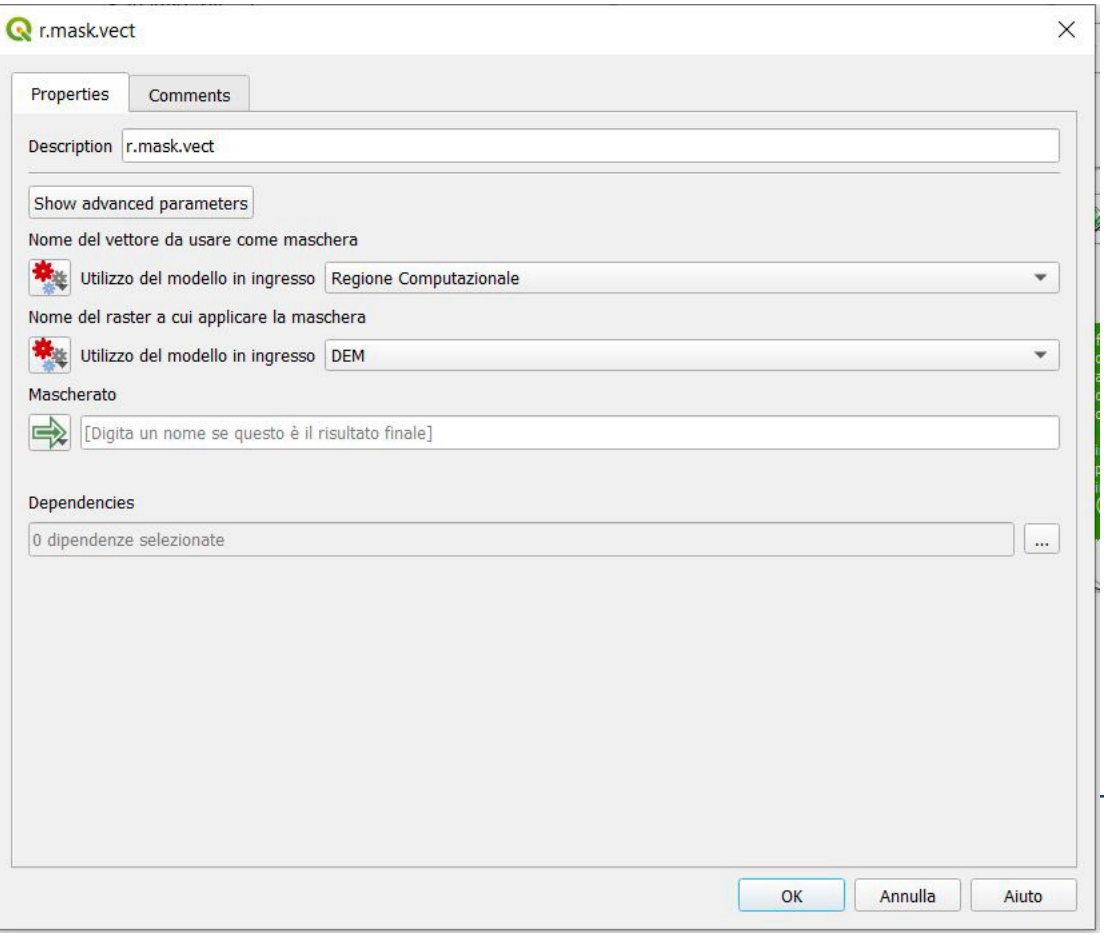


Le coordinate sono stringhe di testo. Inserire un esempio con soli 0 per mostrare la precisione


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo casos pecifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

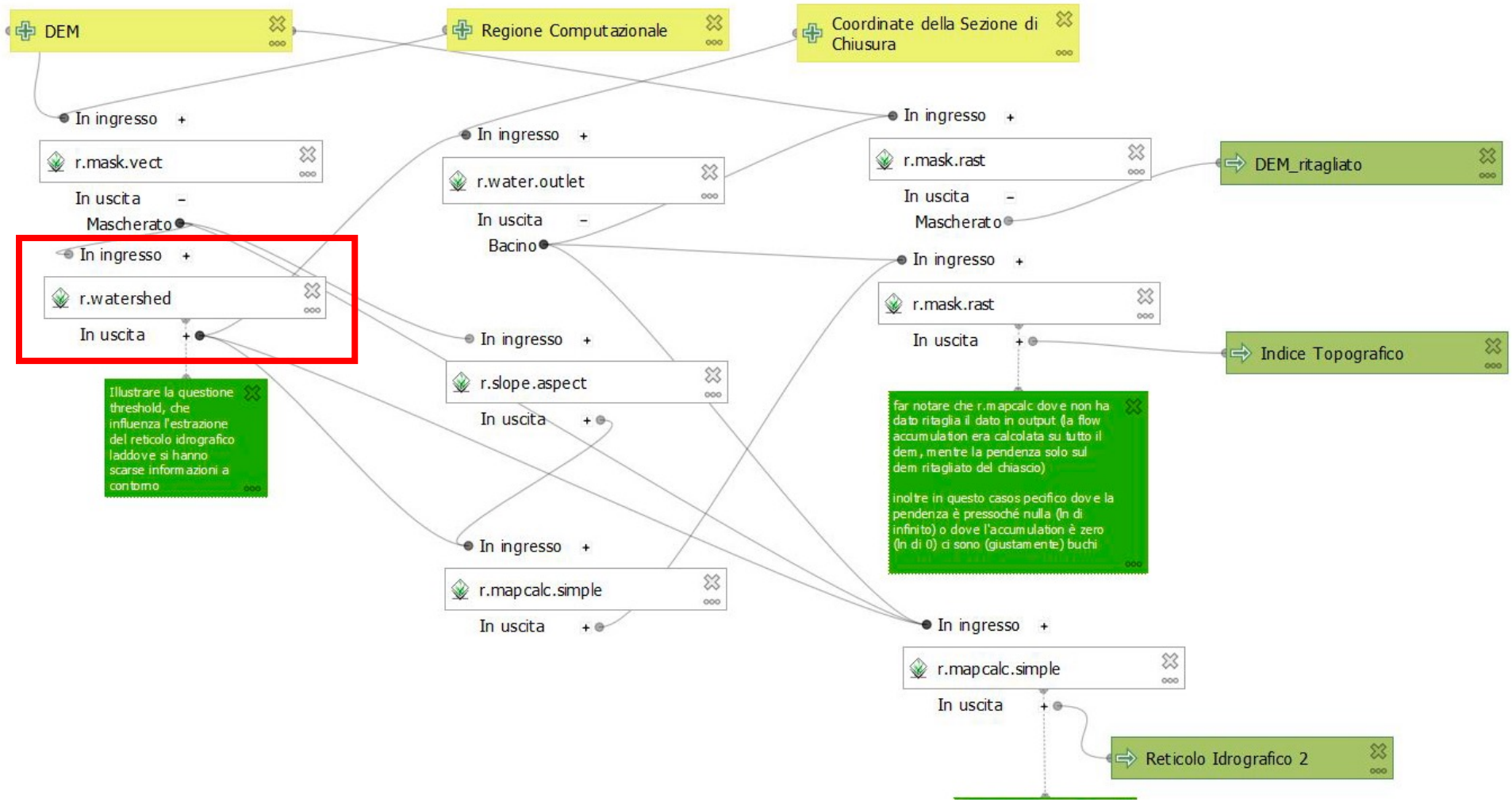
Definire la regione computazionale

Mascheriamo ora il DEM con il vettoriale della regione computazionale. Il modulo di GRASS preposto è r.mask.vect. Lo richiamiamo dalla finestra “Algoritmi”.
Sulle rotelline a fianco dei due parametri richiesti selezioniamo “Modello in ingresso” e quindi selezioniamo rispettivamente:



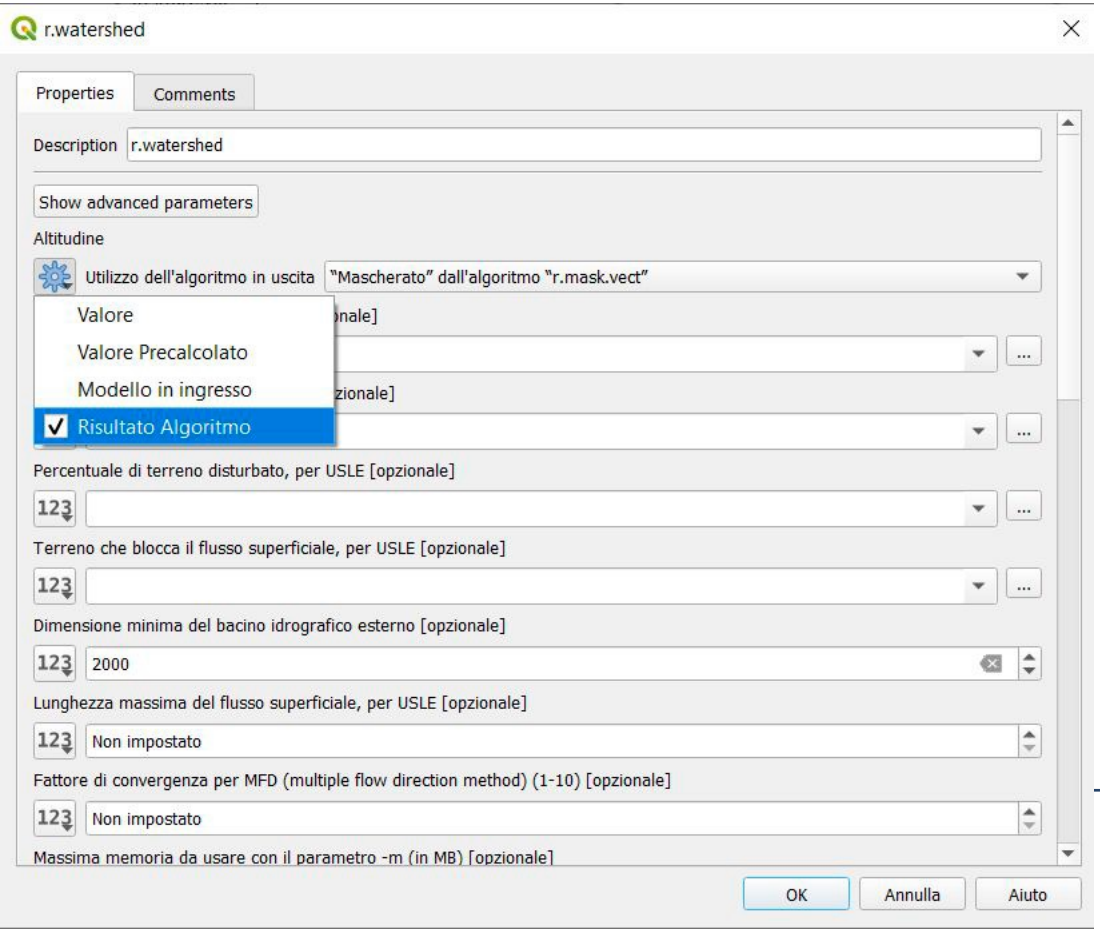
- la regione computazionale come maschera
- il DEM come mappa su cui la maschera avrà effetto

Lasciamo invece vuoto l’output, dal momento che si definisce un nome per l’output solo se la mappa prodotta dal modulo sarà poi tra gli output dell’intero modello (in questo caso no).


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

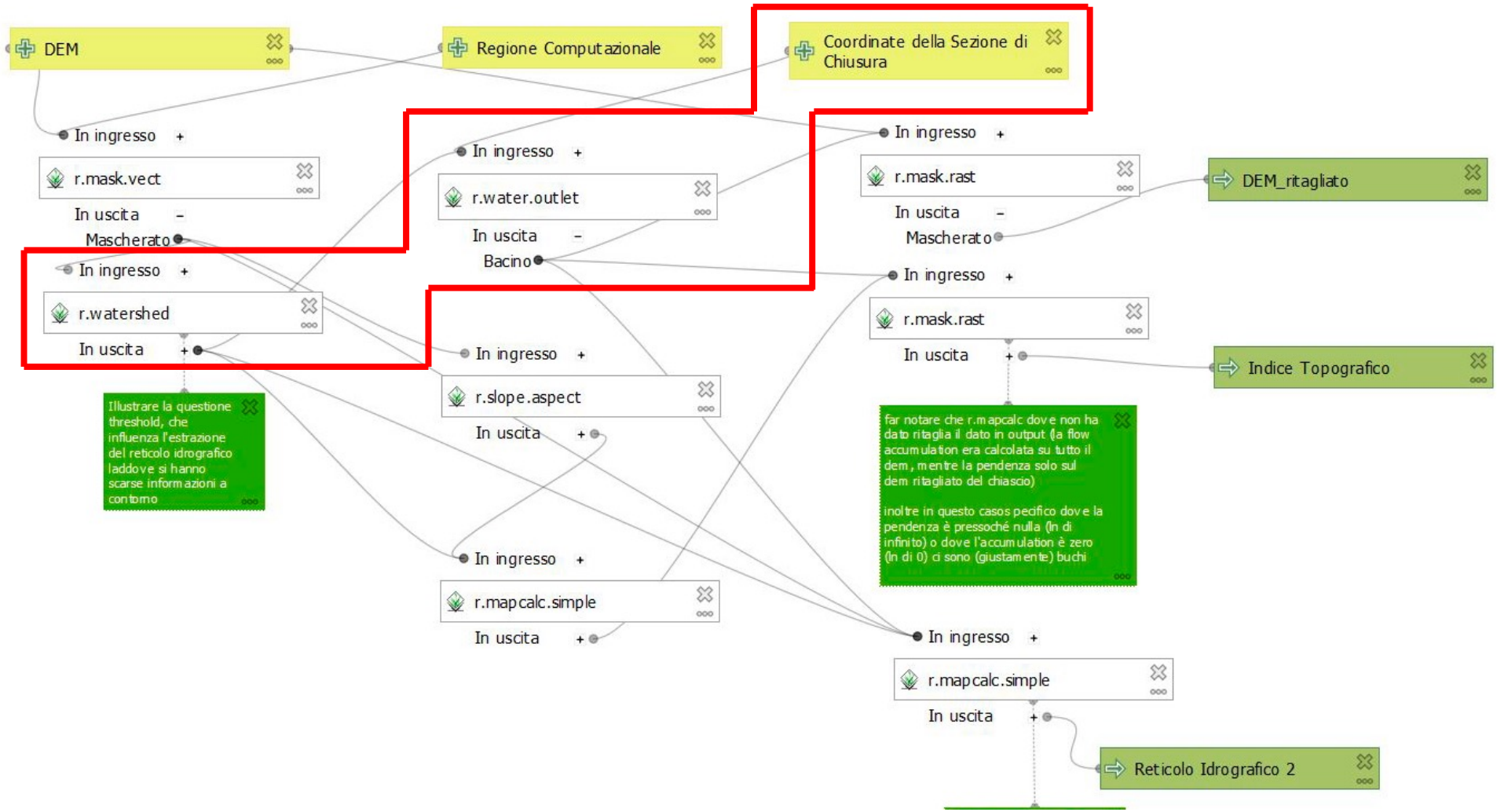
Definire la regione computazionale

Definiamo ora l'area di drenaggio (in numero di celle che drenano acqua all'interno di altre celle), i segmenti del reticolo fluviale e le direzioni di drenaggio tramite r.watershed. Cerchiamo sempre il modulo tramite la scheda "Algoritmi".



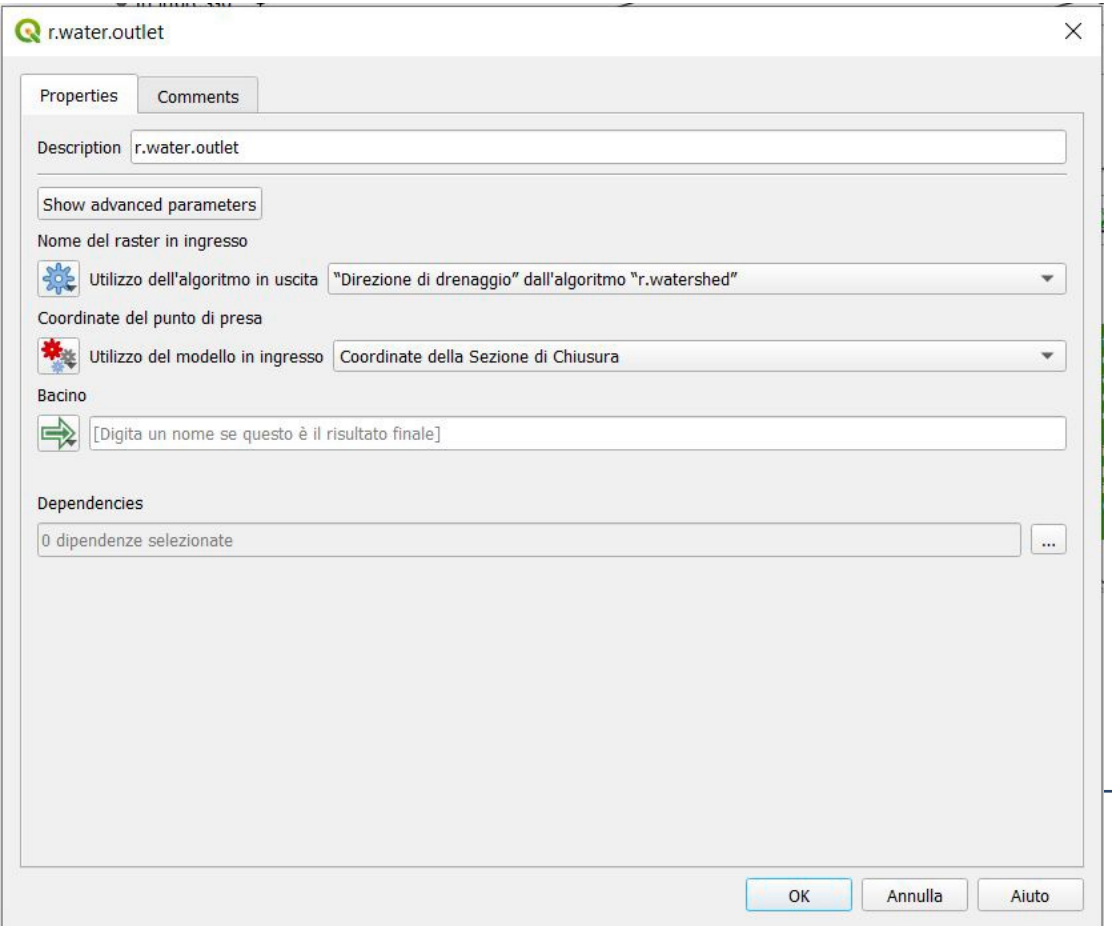
In questo caso l'input è il solo DEM mascherato proveniente da r.mask.vect quindi dalle rotelline a fianco al nome del parametro scegliamo "risultato algoritmo".

Inseriamo come soglia un valore di 2000 celle, lasciamo invece bianchi gli output, in quanto non sono output "finali".

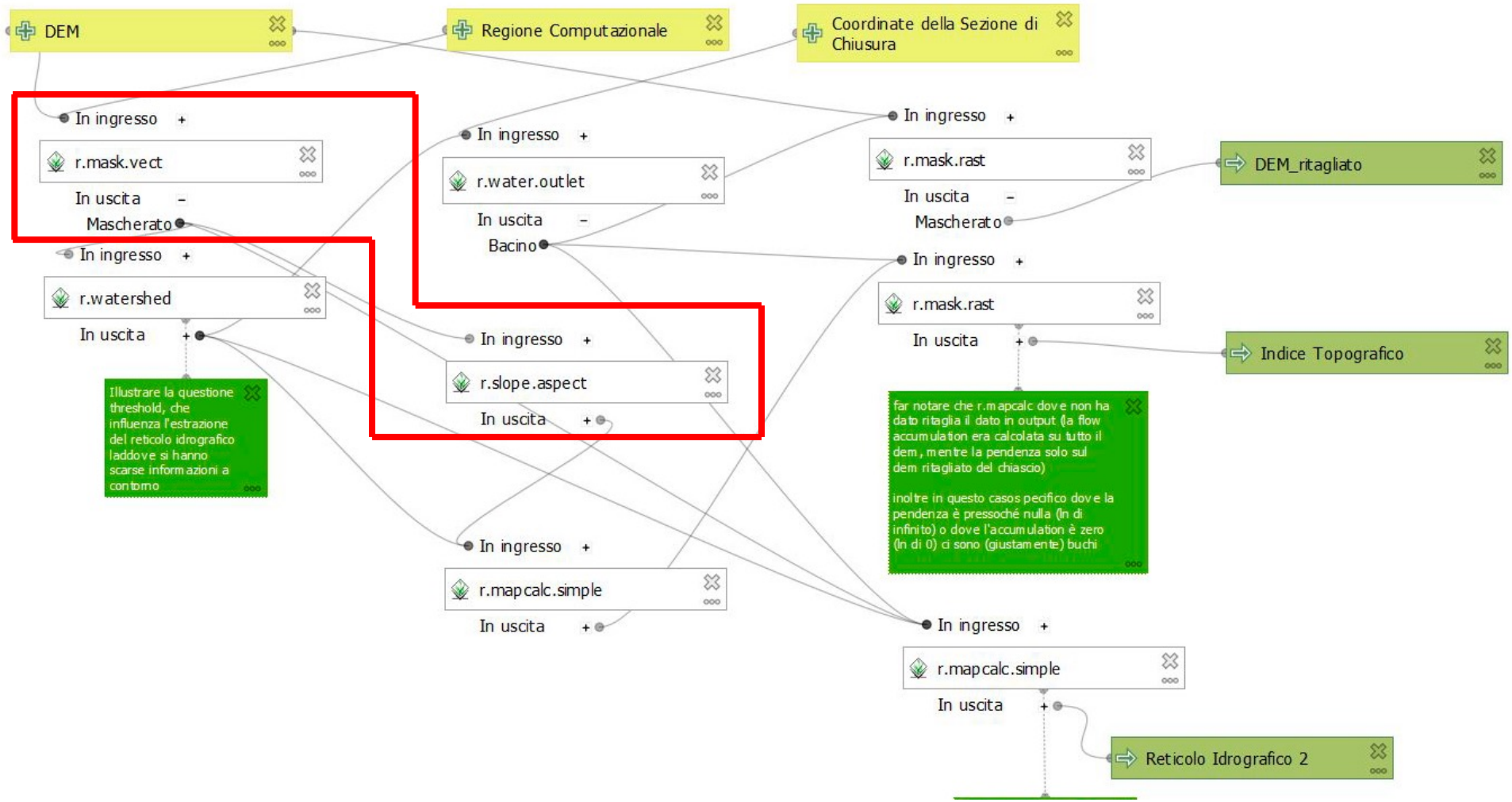

DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

Definire il bacino a partire dalle coordinate della sezione di chiusura e dalle direzioni di drenaggio

L'area del bacino sottesa ad una data sezione di chiusura viene definita tramite l'algoritmo **r.water.outlet** a partire dalle coordinate e dalla mappa delle direzioni di drenaggio appena creata con r.watershed. In questo caso il raster delle direzioni di drenaggio è un input di tipo "risultato algoritmo" (di r.watershed) mentre le coordinate sono fornite come input al modello generale (quindi si seleziona "Modello in ingresso" come tipologia).

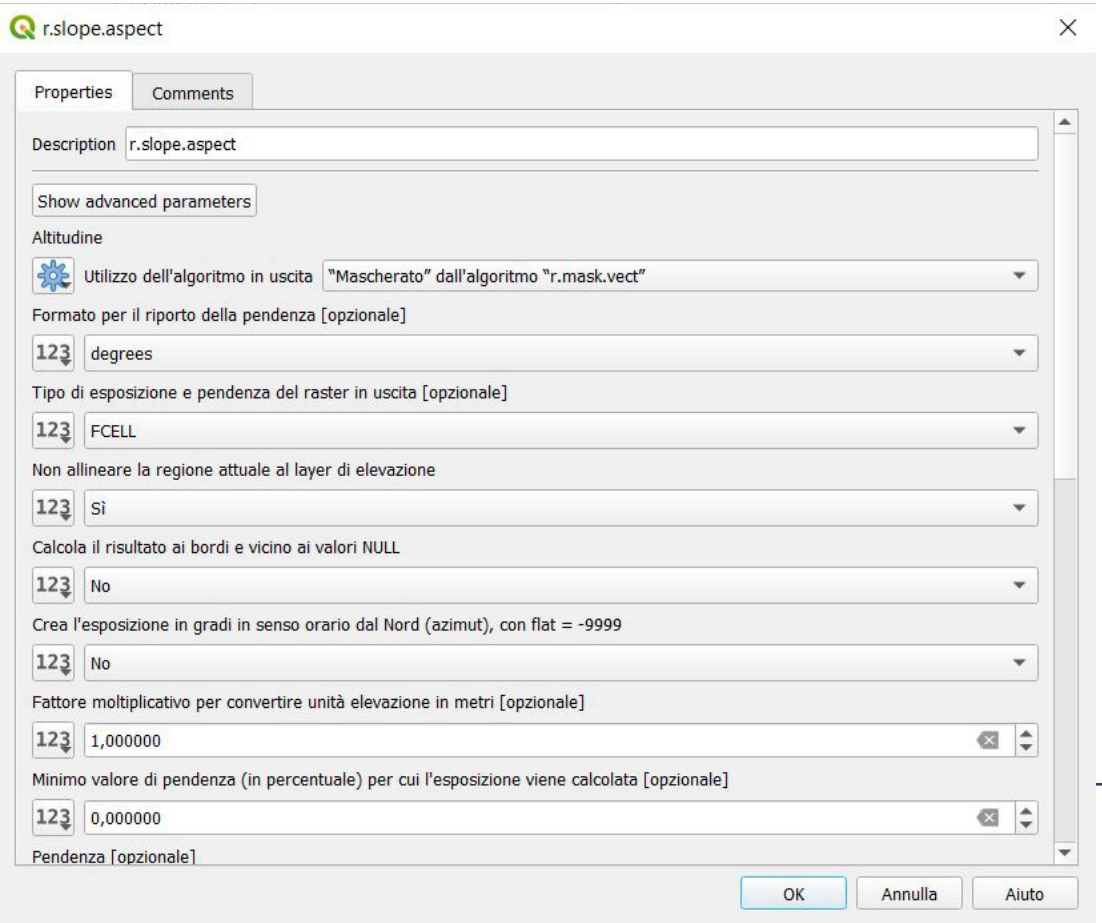


E' di fondamentale importanza quando si scelgono le coordinate della sezione di chiusura che esse ricadano nel reticolo estratto da r.watershed (o comunque una zona di invaso naturale a partire dal DEM).

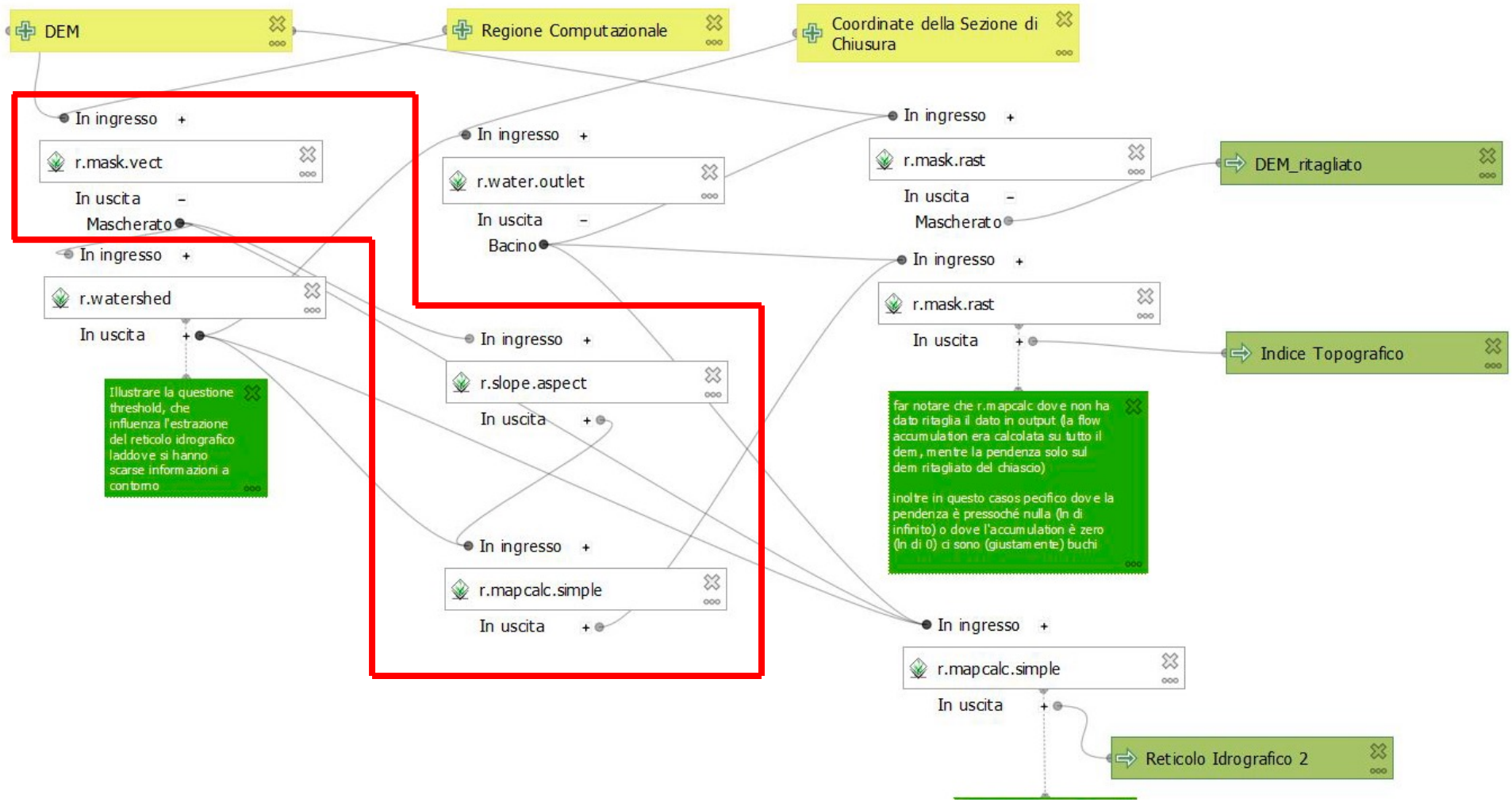

DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

Definire la mappa raster di pendenza del bacino

La mappa delle pendenze viene calcolata in GRASS con l'algoritmo **r.slope.aspect** a partire dal DEM ritagliato.
Richiamando il comando sempre tramite la scheda "Algoritmi" a destra della finestra principale, si può selezionare il DEM ritagliato come "risultato algoritmo" (di r.mask.vect) e lasciare il resto dei parametri ai valori di default.

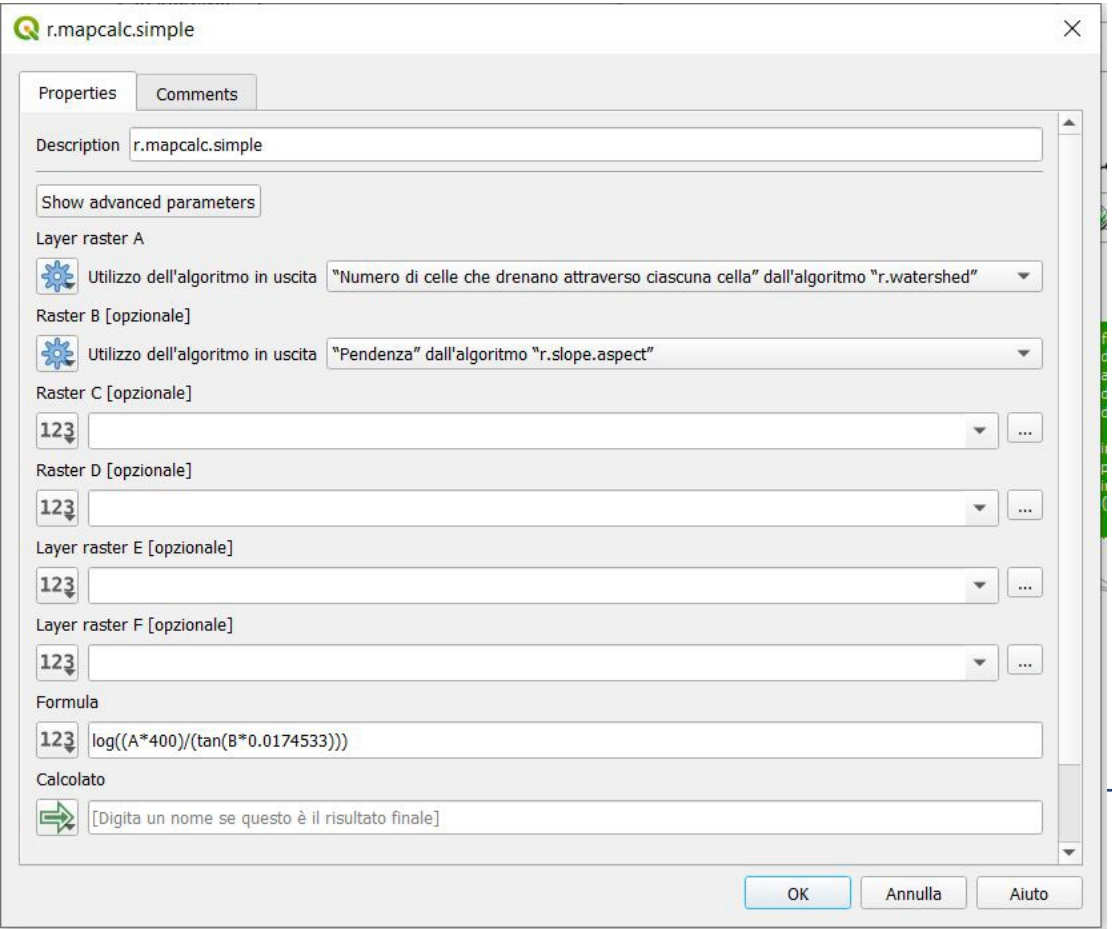


Anche in questo caso l'output (mappa di pendenza) non sarà l'output del modello generale quindi non scriveremo nulla in corrispondenza del parametro "Pendenza".


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (ln di infinito) o dove l'accumulation è zero (ln di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

Definire la mappa raster di pendenza del bacino

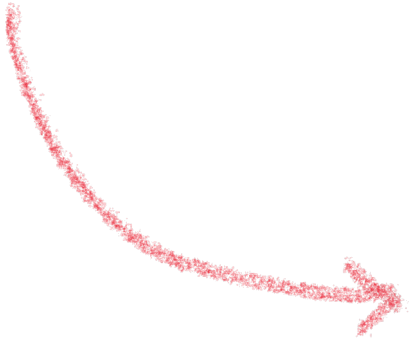
La mappa dell'indice topografico si ottiene implementando una espressione in r.mapcalc a partire dalla mappa della pendenza (calcolata da r.slope.aspect) e quella della flow accumulation (calcolata da r.watershed).



Richiamiamo quindi sia l'accumulazione (A) che la pendenza (B) come "risultato algoritmo" e cerchiamo, nella sintassi di r.mapcalc (in questo caso è utile andare sull'help), gli operatori che ci servono.

Definizione della mappa dell'indice topografico

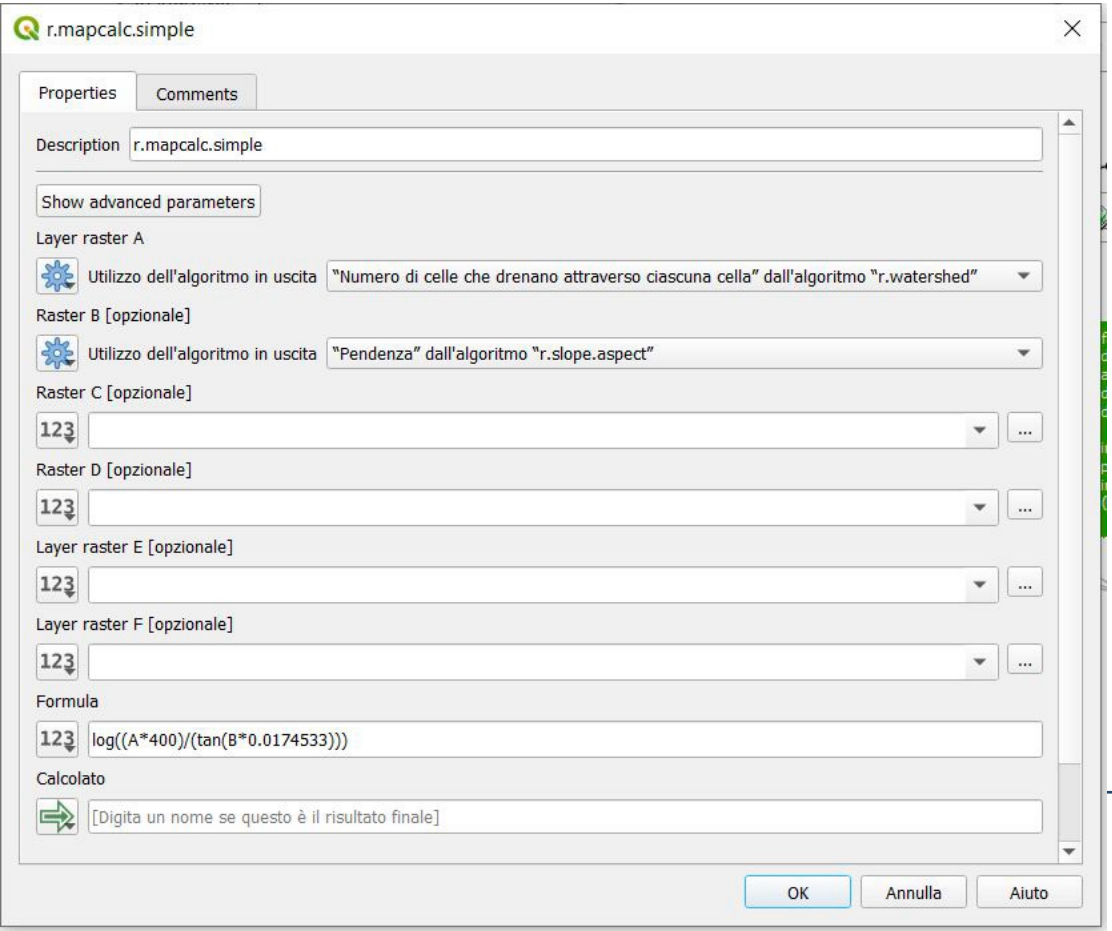
Richiamiamo quindi sia l'accumulazione (A) che la pendenza (B) come "risultato algoritmo" e cerchiamo, nella sintassi di r.mapcalc (in questo caso è utile andare sull'help), gli operatori che ci servono.



function	description	type
abs(x)	return absolute value of x	*
acos(x)	inverse cosine of x (result is in degrees)	F
asin(x)	inverse sine of x (result is in degrees)	F
atan(x)	inverse tangent of x (result is in degrees)	F
atan(x,y)	inverse tangent of y/x (result is in degrees)	F
ceil(x)	the smallest integral value not less than x	*
cos(x)	cosine of x (x is in degrees)	F
double(x)	convert x to double-precision floating point	F
eval([x,y,...,]z)	evaluate values of listed expr, pass results to	z
exp(x)	exponential function of x	F
exp(x,y)	x to the power y	F
float(x)	convert x to single-precision floating point	F
floor(x)	the largest integral value not greater than x	*
graph(x,x1,y1[x2,y2..])	convert the x to a y based on points in a graph	F
graph2(x,x1[,x2,..],y1[,y2..])	alternative form of graph()	F
if	decision options:	*
if(x)	1 if x not zero, 0 otherwise	
if(x,a)	a if x not zero, 0 otherwise	
if(x,a,b)	a if x not zero, b otherwise	
if(x,a,b,c)	a if x > 0, b if x is zero, c if x < 0	
int(x)	convert x to integer [truncates]	I
isnull(x)	check if x = NULL	
log(x)	natural log of x	F
log(x,b)	log of x base b	F
max(x,y[,z...])	largest value of those listed	*
median(x,y[,z...])	median value of those listed	*
min(x,y[,z...])	smallest value of those listed	*
mod(x,y)	return the modulus (the remainder) of x/y	*
mode(x,y[,z...])	mode value of those listed	*
nmax(x,y[,z...])	largest value of those listed, excluding NULLs	*
nmedian(x,y[,z...])	median value of those listed, excluding NULLs	*
nmin(x,y[,z...])	smallest value of those listed, excluding NULLs	*
nmode(x,y[,z...])	mode value of those listed, excluding NULLs	*
not(x)	1 if x is zero, 0 otherwise	
pow(x,y)	x to the power y	*
rand(a,b)	random value x : a <= x < b	*
round(x)	round x to nearest integer	I
round(x,y)	round x to nearest multiple of y	
round(x,y,z)	round x to nearest y*i+z for some integer i	
sin(x)	sine of x (x is in degrees)	F
sqrt(x)	square root of x	F
tan(x)	tangent of x (x is in degrees)	F
xor(x,y)	exclusive-or (XOR) of x and y	I

Definizione della mappa dell'indice topografico

La mappa dell'indice topografico si ottiene implementando una espressione in r.mapcalc a partire dalla mappa della pendenza (calcolata da r.slope.aspect) e quella della flow accumulation (calcolata da r.watershed)

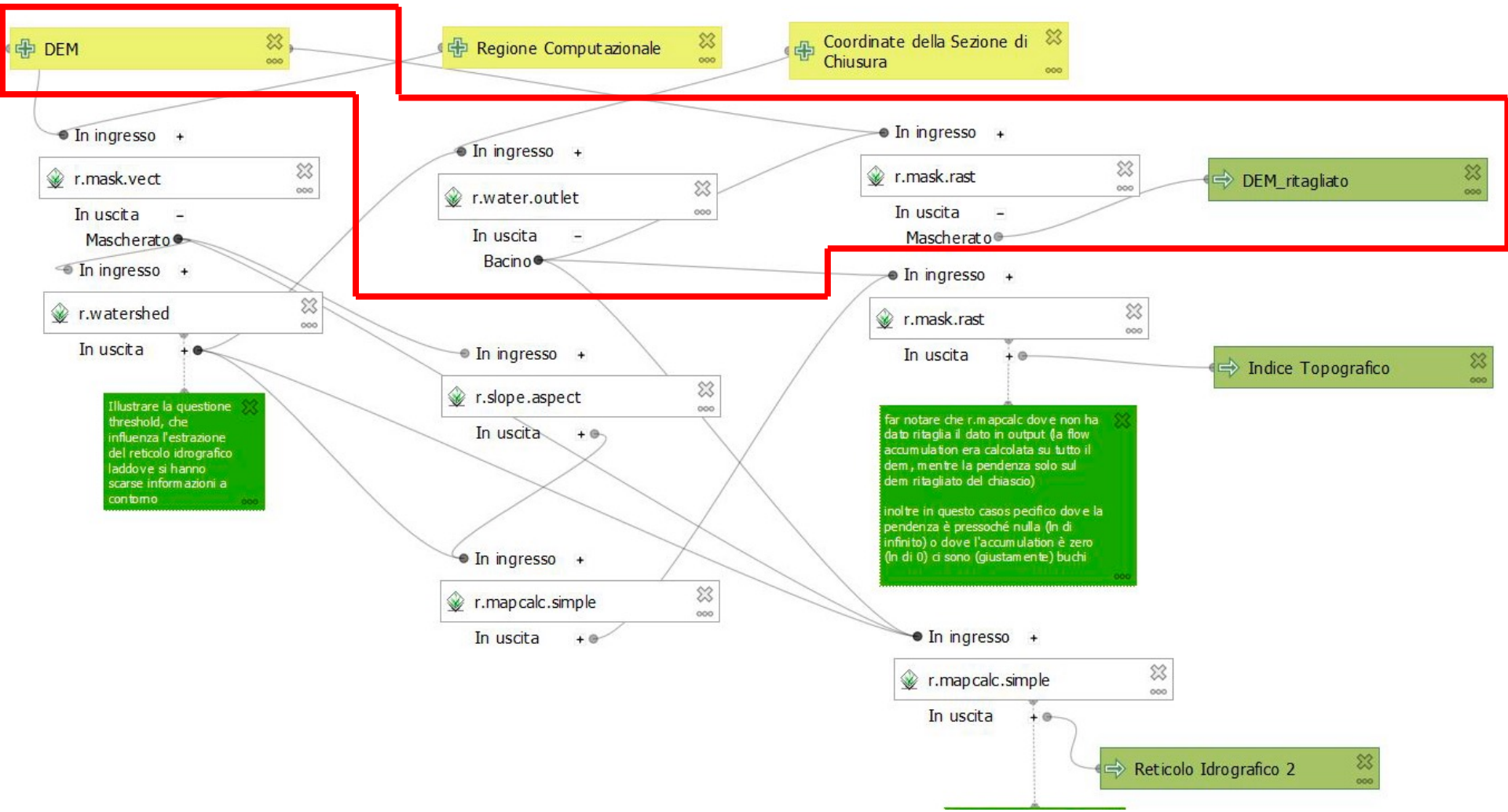


Nel nostro caso la sintassi è:

log((A*400)/tan(B*0.0174533))

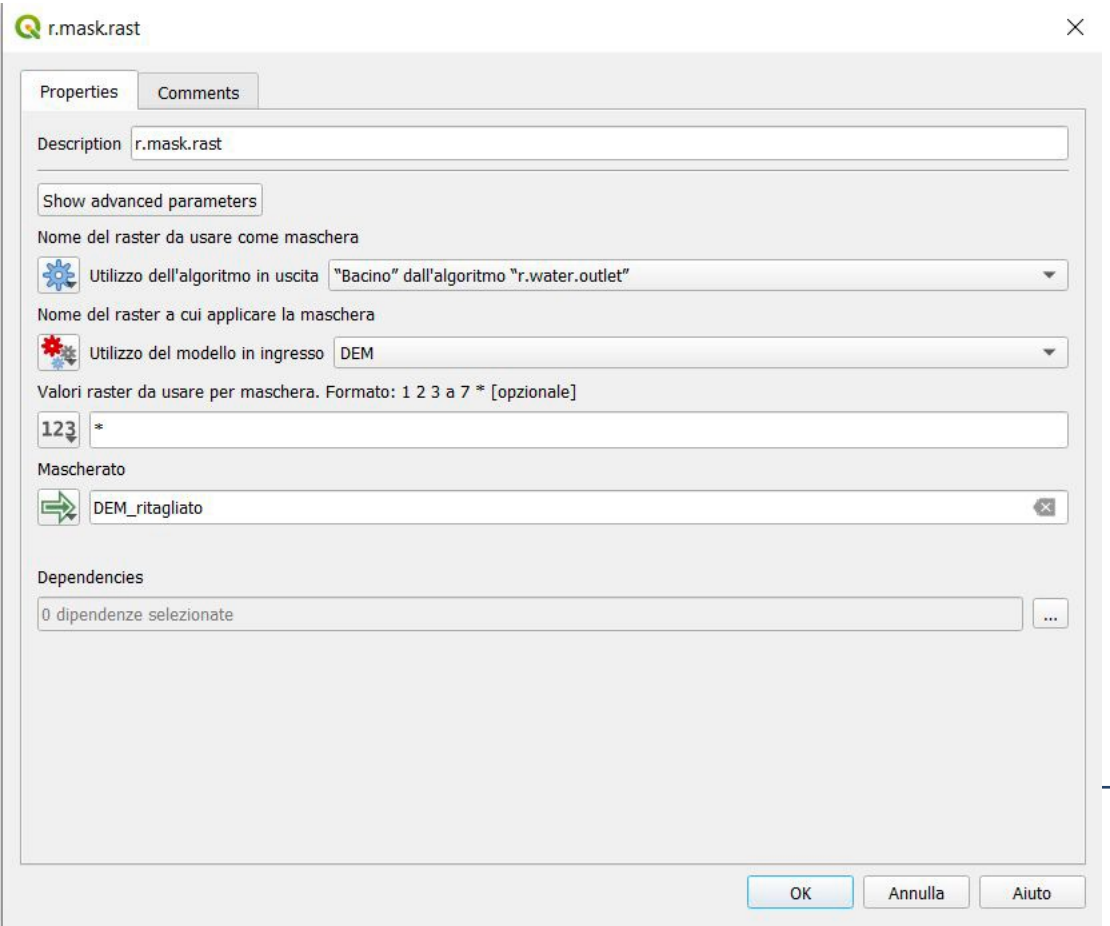
Dove:

- log è il log naturale,
- 400 è l'area della cella del raster (che ha risoluzione 20m),
- 0.0174533 è il fattore di conversione da gradi a radianti


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

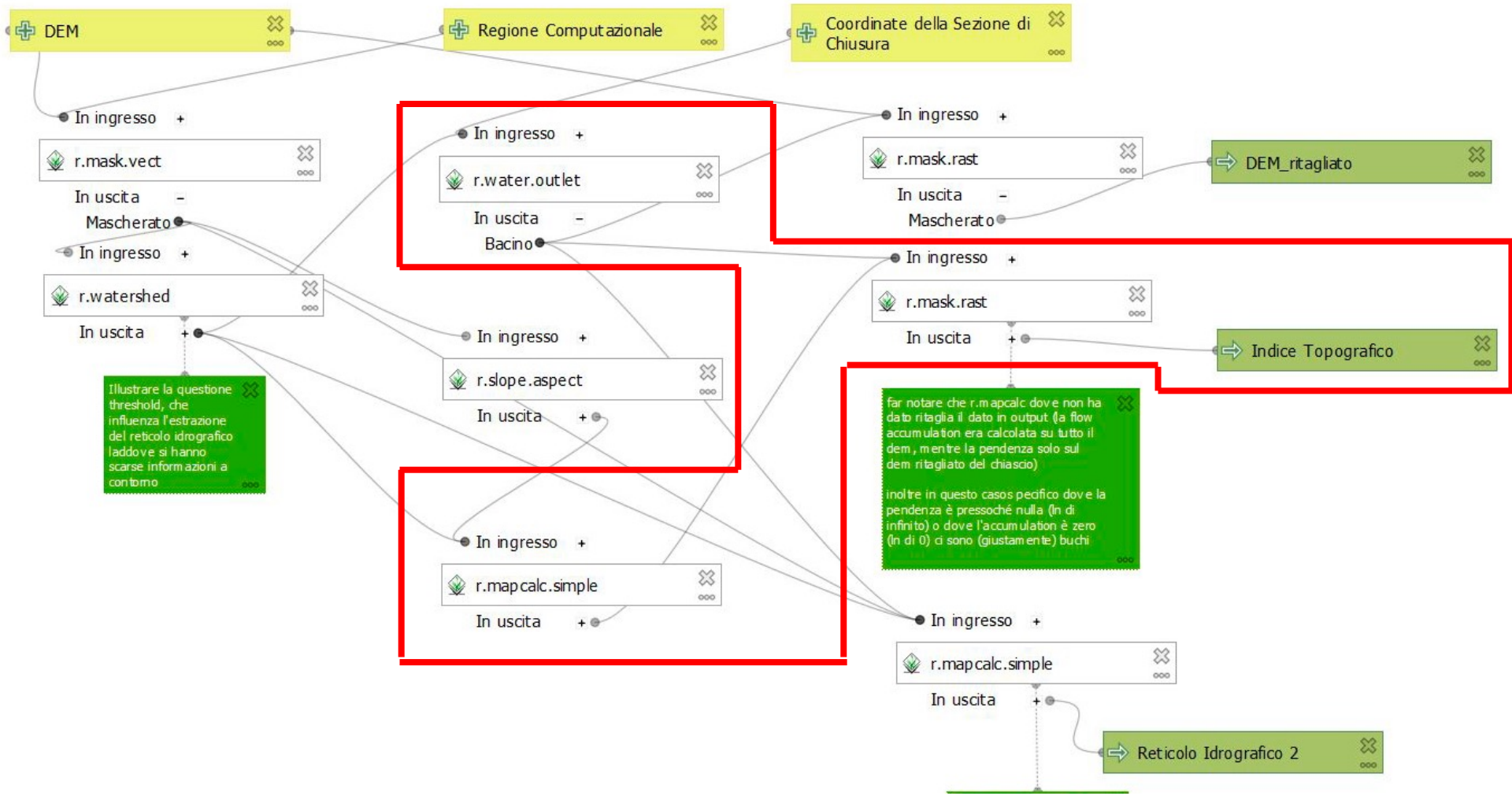
Produzione dei layers in output ritagliati: il DEM

Questa e la prossime due operazioni sono volte a “ritagliare” i prodotti finali sull’area del bacino estratta da r.water.outlet. Il DEM lo ritagliamo a partire da quello di partenza, usando r.mask.rast



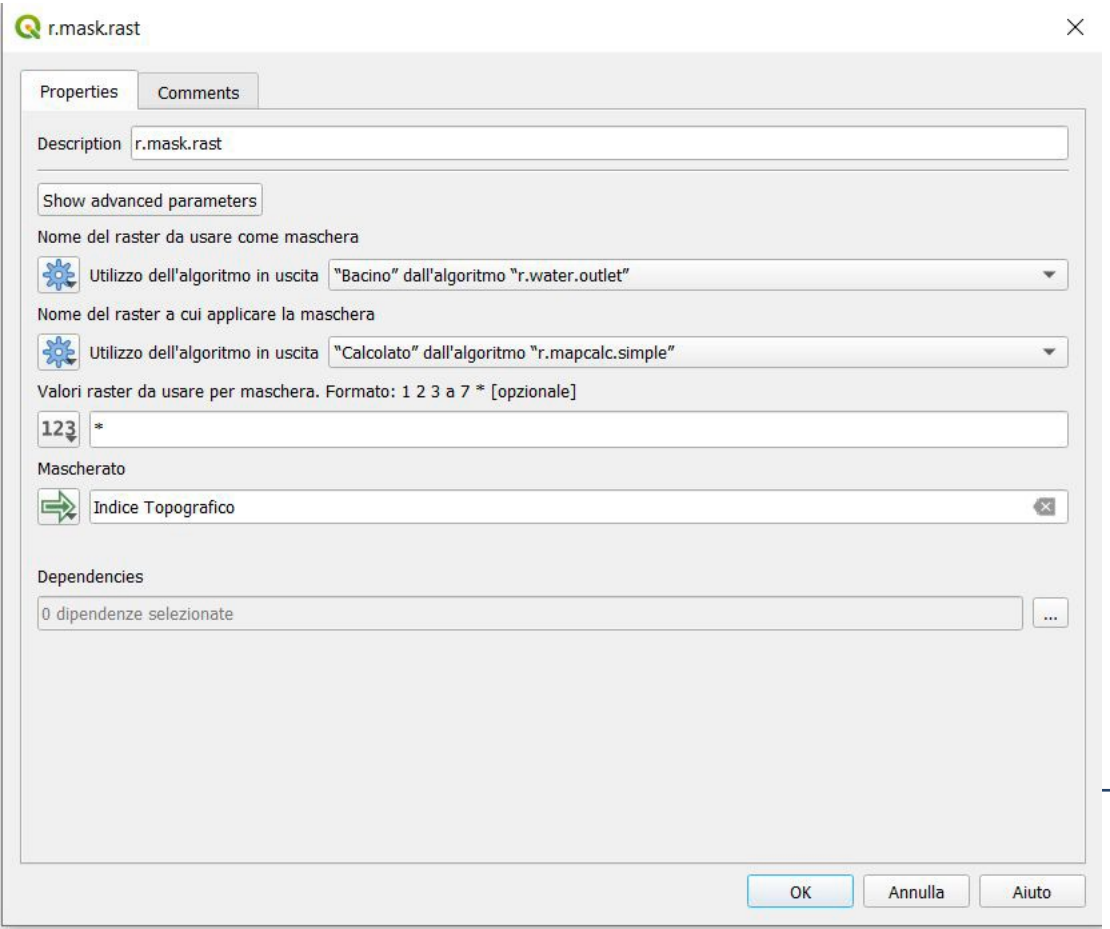
Il raster da usare come maschera (il bacino) lo richiamiamo come “risultato di algoritmo” (r.water.outlet) mentre il raster da mascherare sarà “modello in ingresso”, ovvero il DEM in input.

Questa volta associamo un nome all’output: “**DEM_ritagliato**”

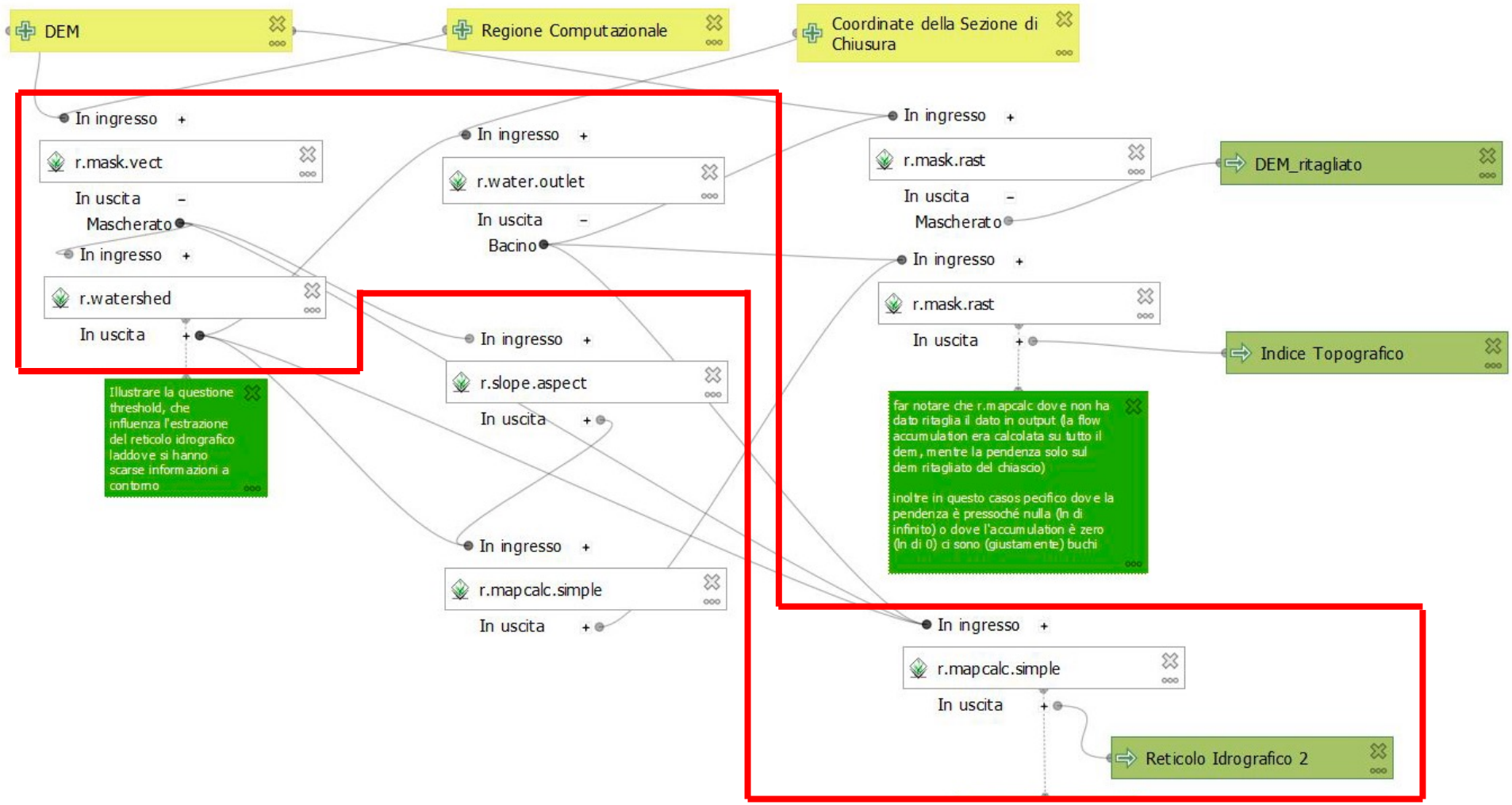

DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (ln di infinito) o dove l'accumulation è zero (ln di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

Produzione dei layers in output ritagliati: il TI

Ritagliamo ora la mappa dell'indice topografico, sempre sul bacino e sempre utilizzando r.mask.rast.
Il raster da usare come maschera è sempre il bacino, lo richiamiamo quindi come "risultato di algoritmo" (r.water.outlet) mentre il raster da mascherare è quello prodotto da r.mapcalc sempre classificato come "risultato algoritmo", ovvero la mappa dell'indice topografico

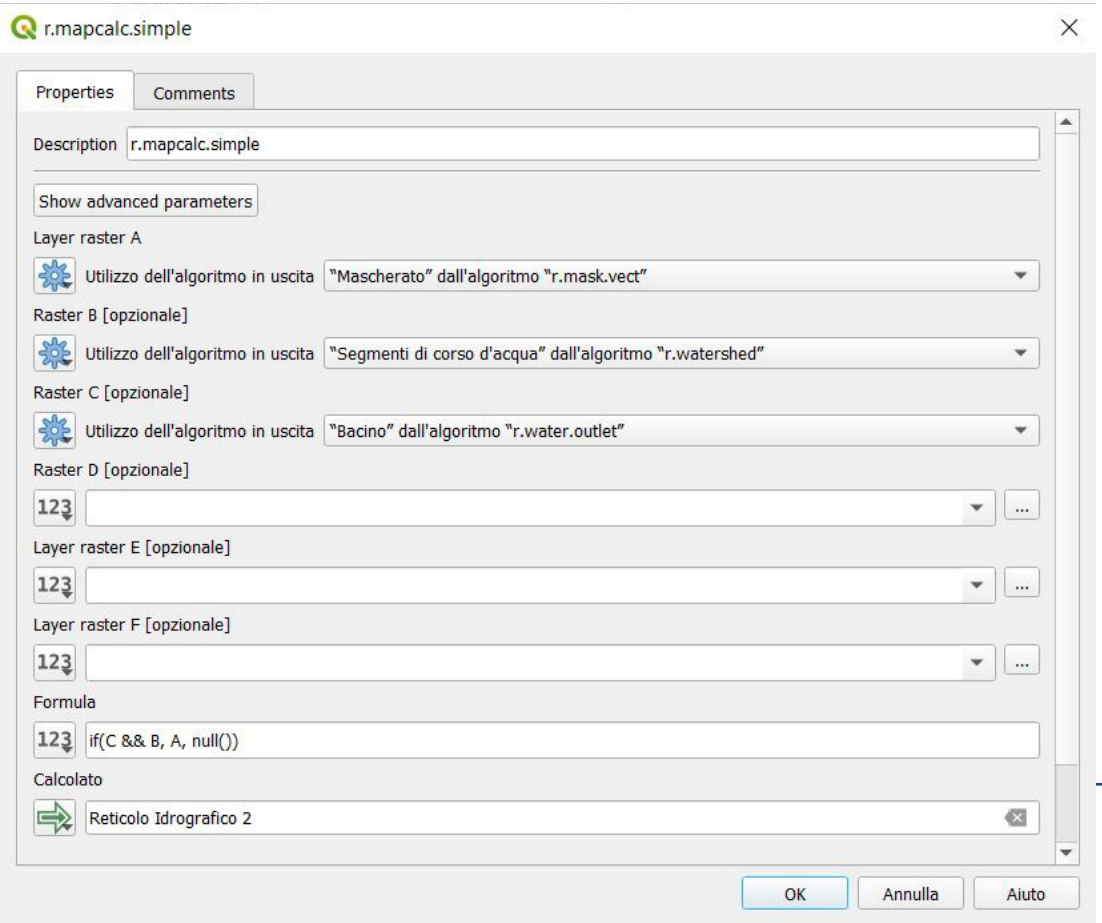


Anche questa volta associamo un nome all'output: "**Indice Topografico**"


DEM
Regione Computazionale
Coordinate della Sezione di Chiusura
In ingresso
r.mask.vect
In uscita
Mascherato
In ingresso
r.watershed
In uscita
Illustrare la questione threshold, che influenza l'estrazione del reticolo idrografico laddove si hanno scarse informazioni a contorno
In ingresso
r.water.outlet
In uscita
Bacino
In ingresso
r.slope.aspect
In uscita
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Mascherato
DEM_ritagliato
In ingresso
r.mask.rast
In uscita
Indice Topografico
far notare che r.mapcalc dove non ha dato ritaglia il dato in output (la flow accumulation era calcolata su tutto il dem, mentre la pendenza solo sul dem ritagliato del chiascio)
inoltre in questo caso specifico dove la pendenza è pressoché nulla (In di infinito) o dove l'accumulation è zero (In di 0) ci sono (giustamente) buchi
In ingresso
r.mapcalc.simple
In uscita
Reticolo Idrografico 2

Produzione dei layers in output ritagliati: il reticolo “parlante”

Per ritagliare ora il reticolo sul bacino ed associargli una quota, da leggere dal DEM, usiamo ancora **r.mapcalc.**
Questa volta gli operandi sono 3: il bacino, il DEM (prendiamo quello ritagliato da r.mask.vect) e il reticolo.



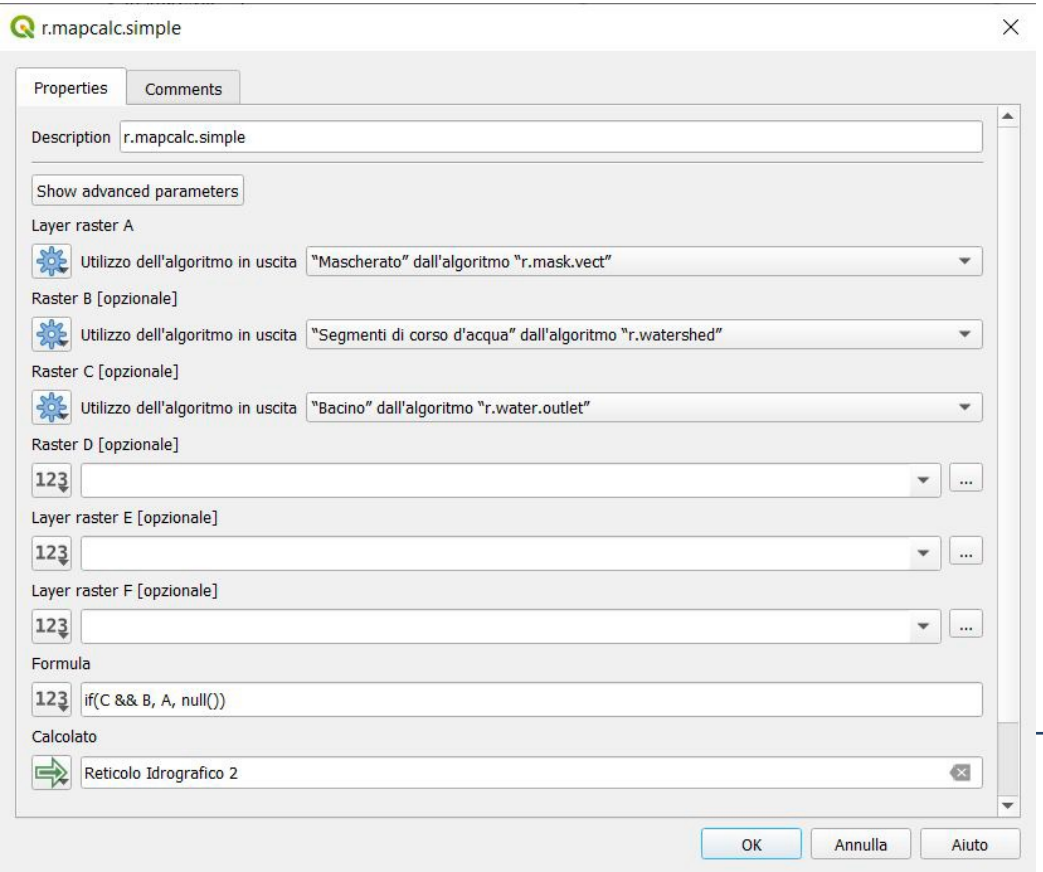
Tramite formula andremo a dirgli di prendere il valore dell’elevazione (DEM) quando, sotto la medesima cella, ci sono sia il bacino che il reticolo. Altrimenti si considera un valore nullo.

Tutti e tre i layers (DEM, reticolo e bacino) saranno quindi richiamati come “risultato di algoritmo” (da r.mask.vect, r.watershed e r.water.outlet rispettivamente) divenendo A, B e C della nostra operazione

Produzione dei layers in output ritagliati: il reticolo “parlante”

Per ritagliare ora il reticolo sul bacino ed associargli una quota, da leggere dal DEM, usiamo ancora **r.mapcalc.**
La formula utilizza operatori condizionali, logici e variabili interne ed ha sintassi:

if(C && B, A, null())



function	description
if(x,a,b)	a if x not zero, b otherwise

Operator	Meaning	Type	Precedence
&&	logical and	Logical	3

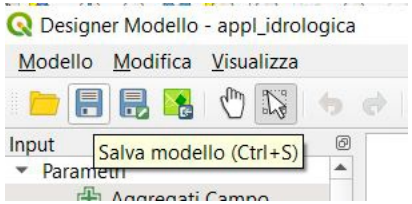
Internal variables:

null()	NULL value

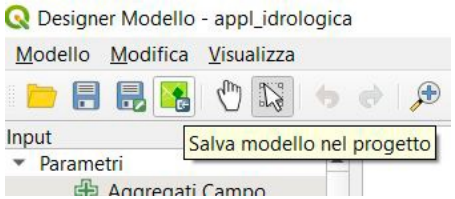
Anche in questo caso associamo un nome all’output: “**Reticolo Idrografico 2**”

Salvare il modello, inviarlo al progetto e richiamarlo come modello di progetto

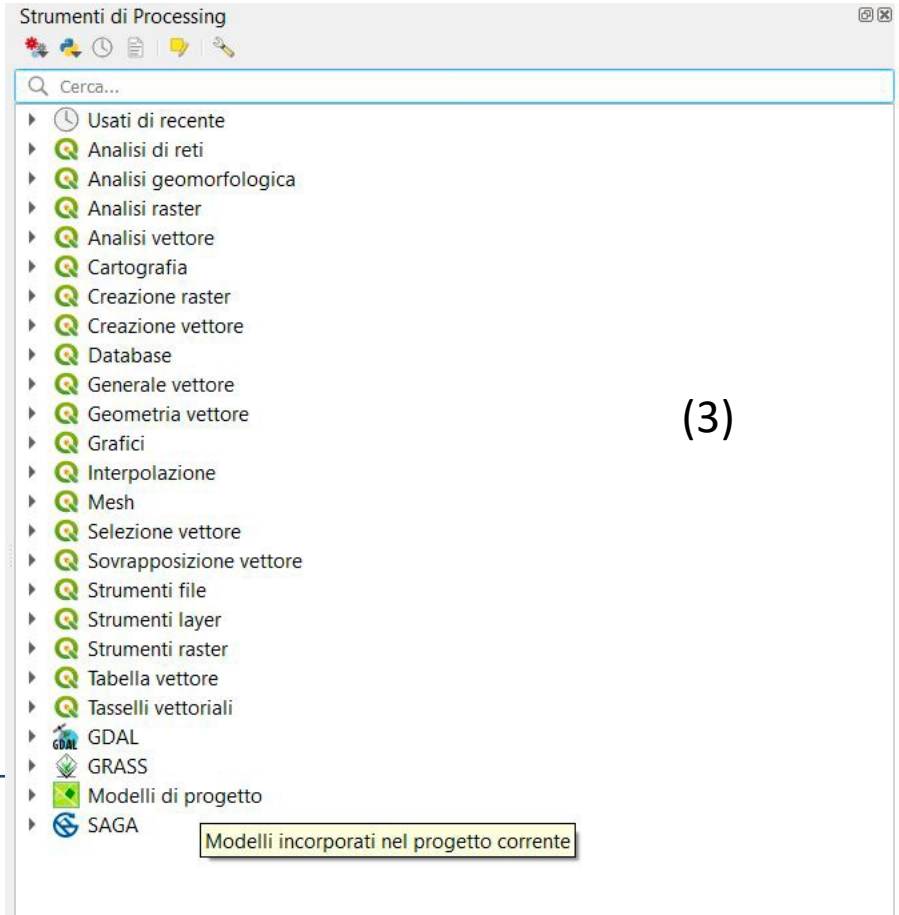
Una volta costruito il modello con il model builder sarà sufficiente salvarlo tramite l'apposito tasto (1). Si genera così un file con estensione .model3 che sarà possibile poi richiamare in seguito da ogni altra istanza di model builder. Poi possiamo passare il modello al progetto di QGIS attivo (2) e quindi richiamarlo direttamente dalla toolbox di processing (3)



(1)



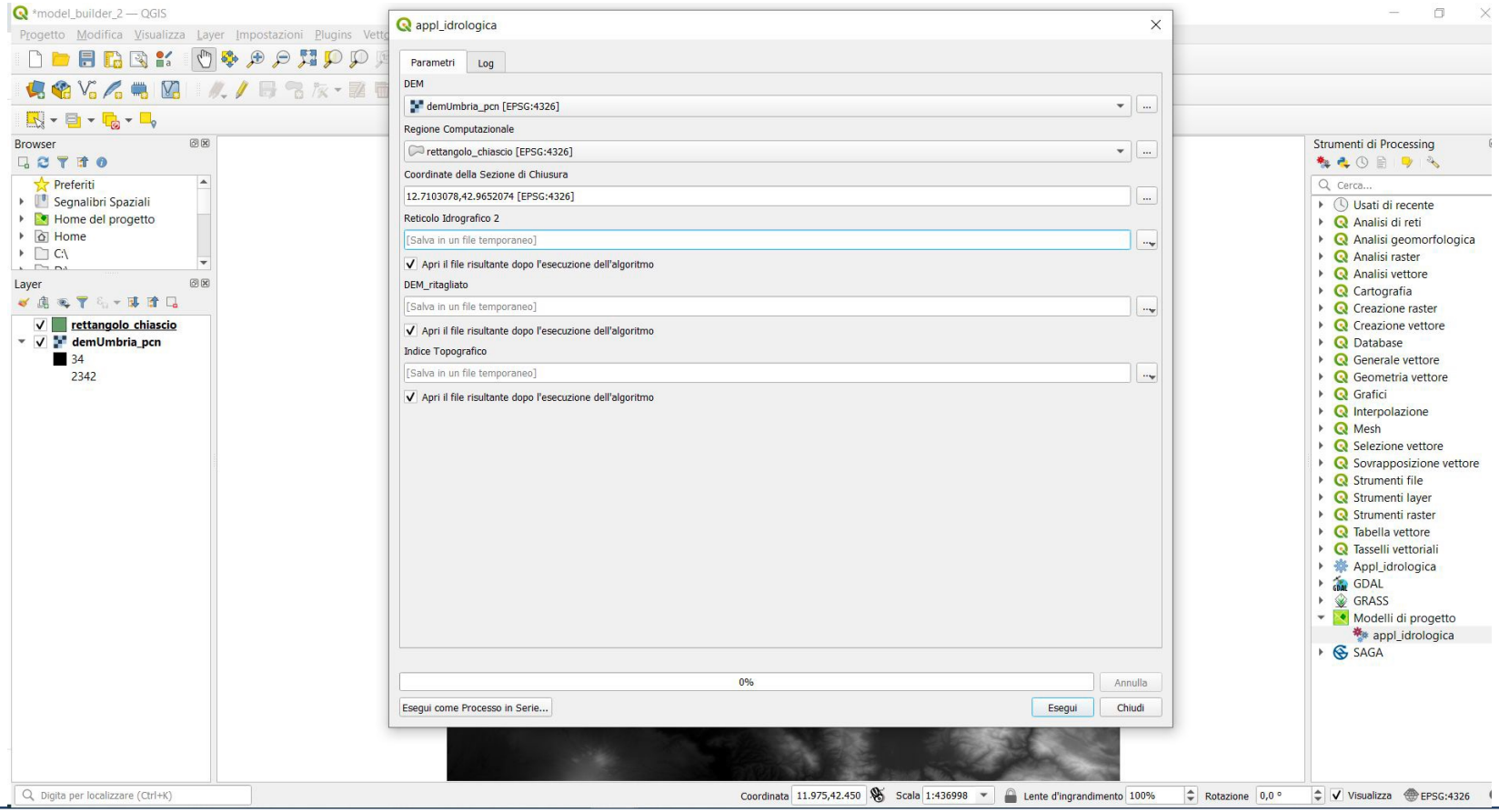
(2)



(3)

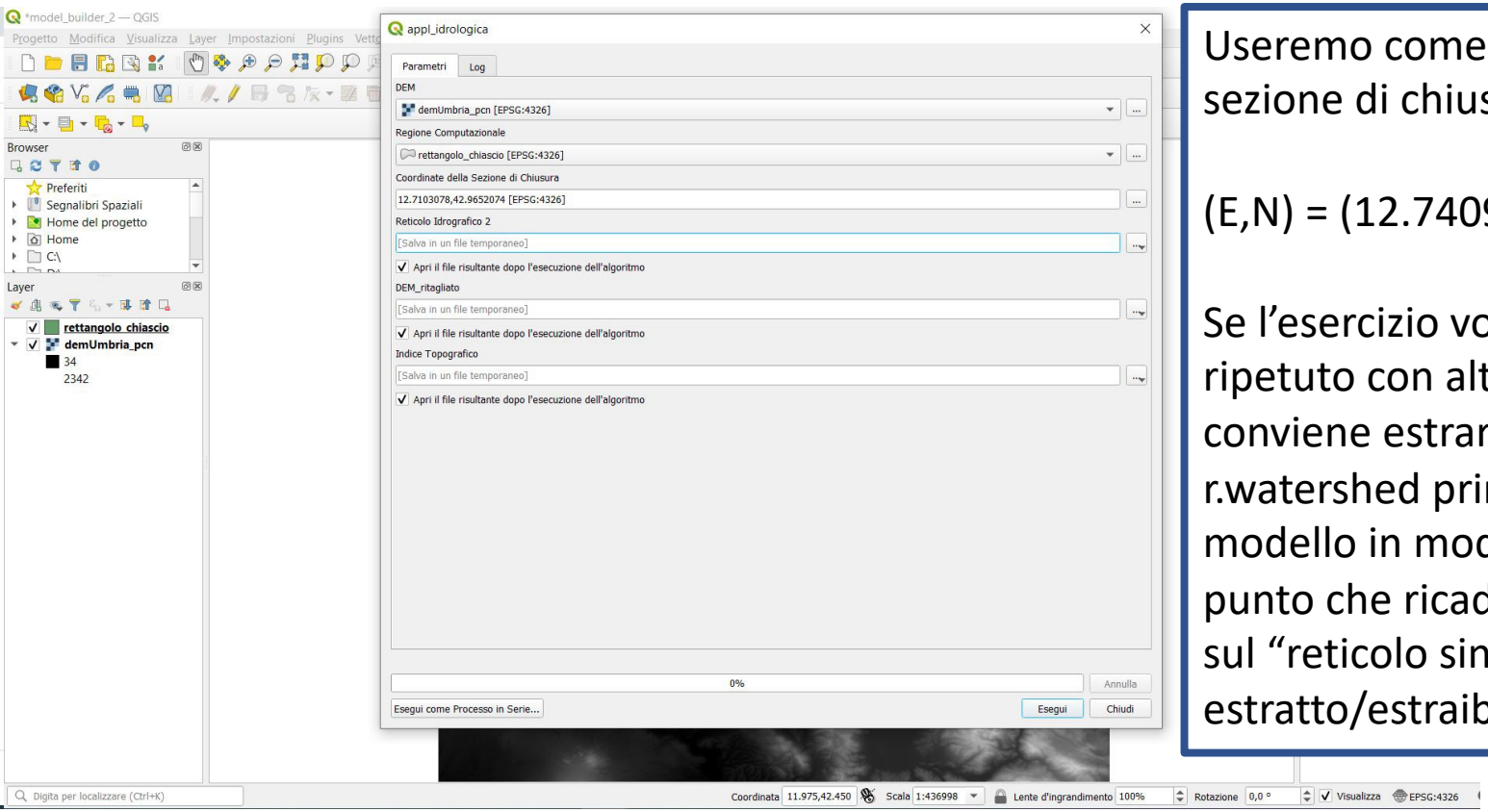
Salvare il modello, inviarlo al progetto e richiamarlo come modello di progetto

A questo punto possiamo far girare il modello dal progetto di QGIS cercandolo nella processing toolbox:



Salvare il modello, inviarlo al progetto e richiamarlo come modello di progetto

A questo punto possiamo far girare il modello dal progetto di QGIS cercandolo nella processing toolbox:



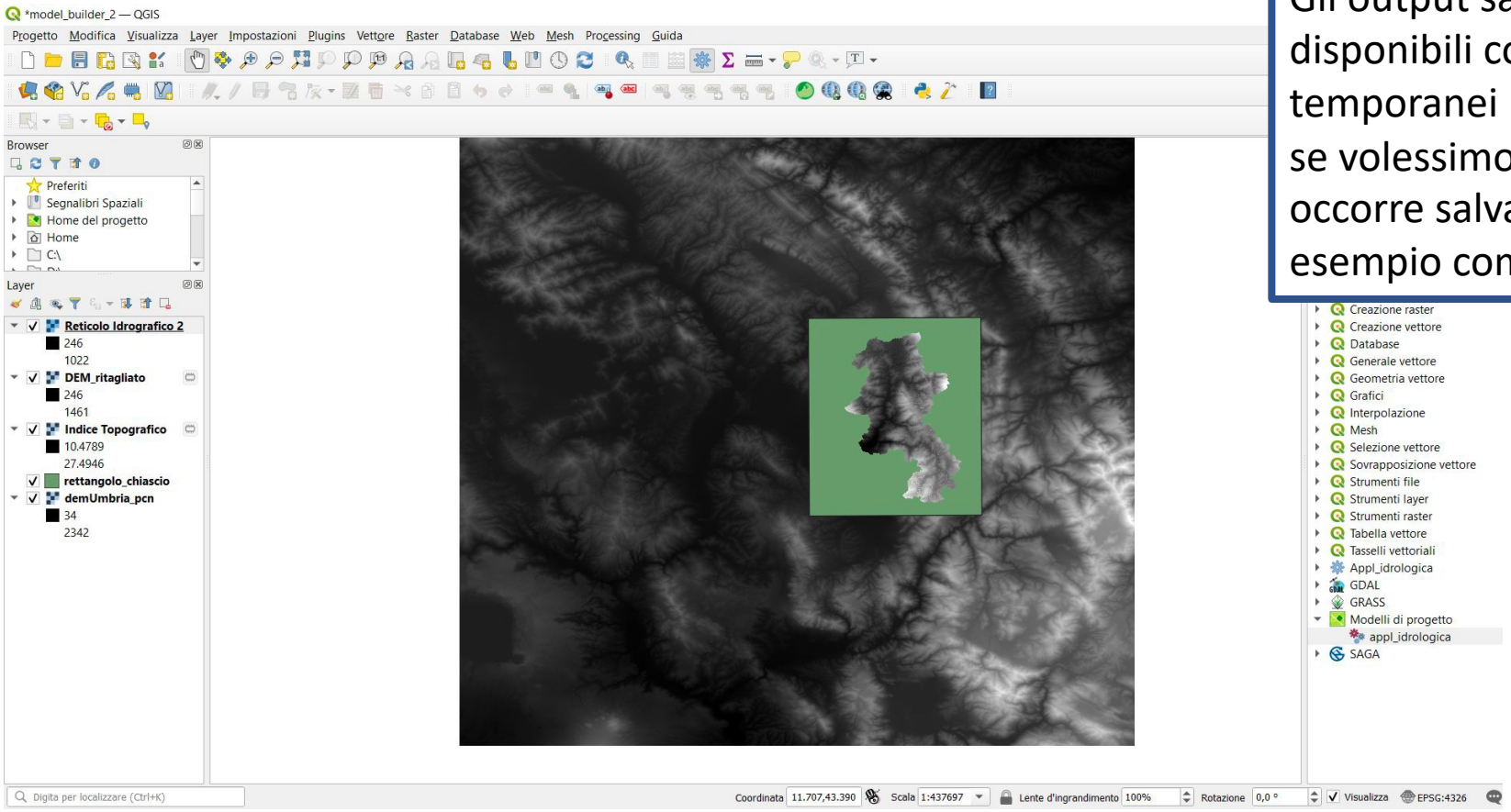
Useremo come coordinate della sezione di chiusura:

(E,N) = (12.7409895,43.0073769)

Se l'esercizio volesse essere ripetuto con altre coordinate conviene estrarre un reticolo con r.watershed prima di far girare il modello in modo da scegliere un punto che ricada effettivamente sul "reticolo sintetico" estratto/estraibile da DEM.

Salvare il modello, inviarlo al progetto e richiamarlo come modello di progetto

A questo punto possiamo far girare il modello dal progetto di QGIS cercandolo nella processing toolbox:



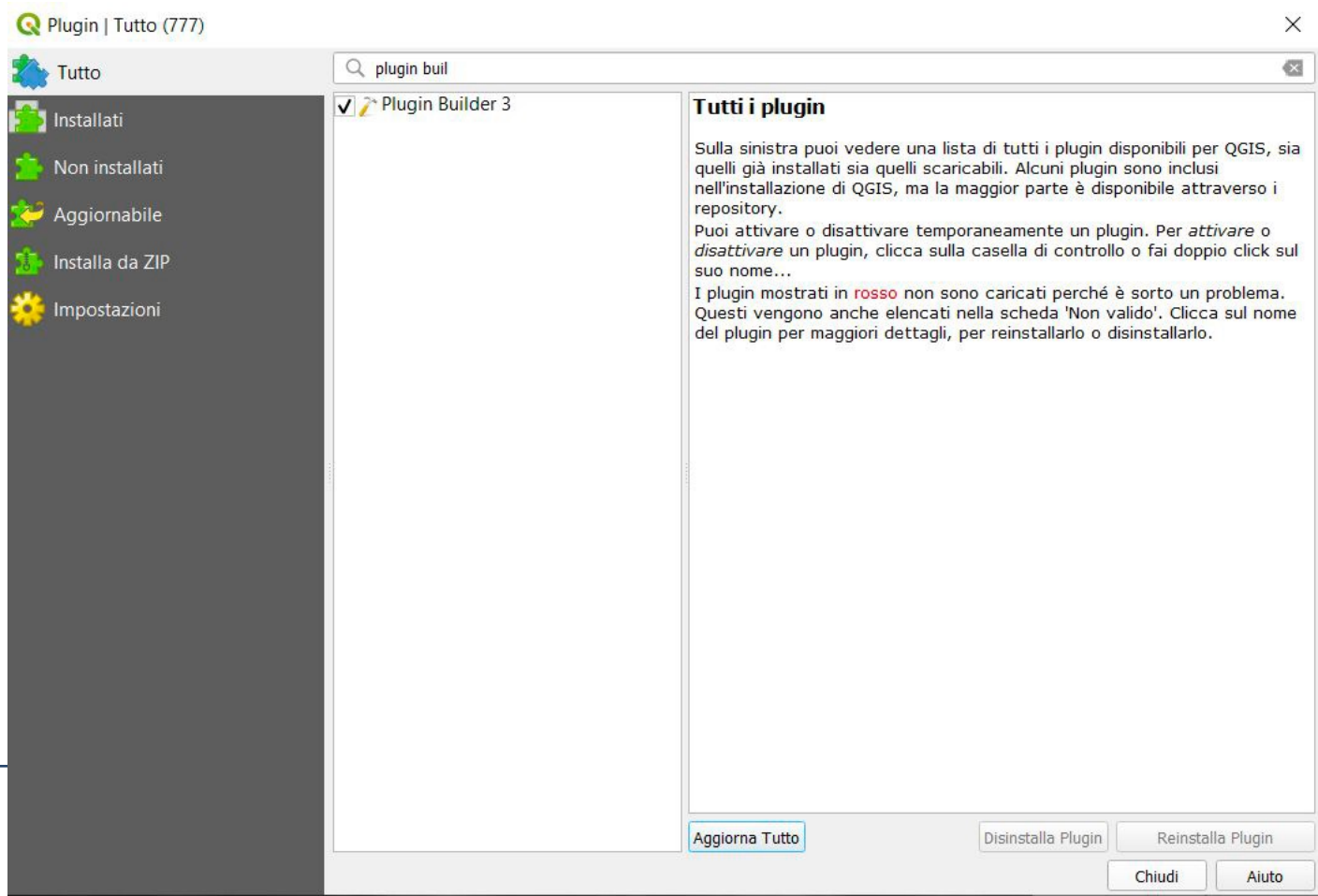
Gli output saranno disponibili come layers temporanei nella TOC, se volessimo archiviarli occorre salvarli, ad esempio come geotiff.

Creare un plugin per QGIS a partire dal modello

Il modello appena visto può essere anche distribuito come plugin di QGIS tramite pochi semplici passaggi:

1. Installare il plugin di QGIS “Plugin Builder” andando su Plugins > Gestisci e Installa Plugins.

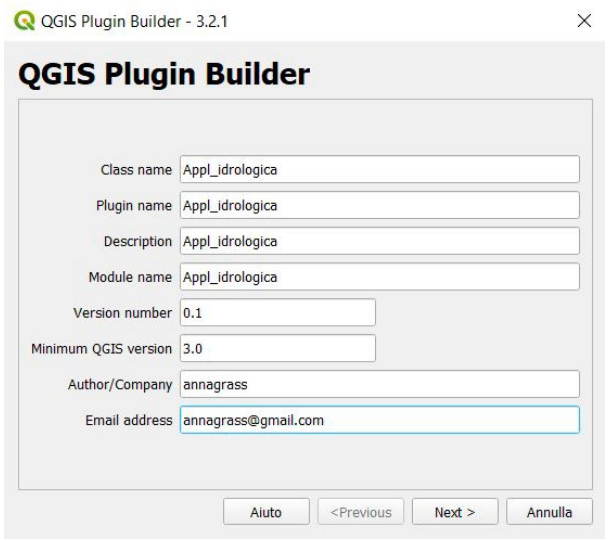
Cercando «Plugin Builder» otterremo quello che cerchiamo

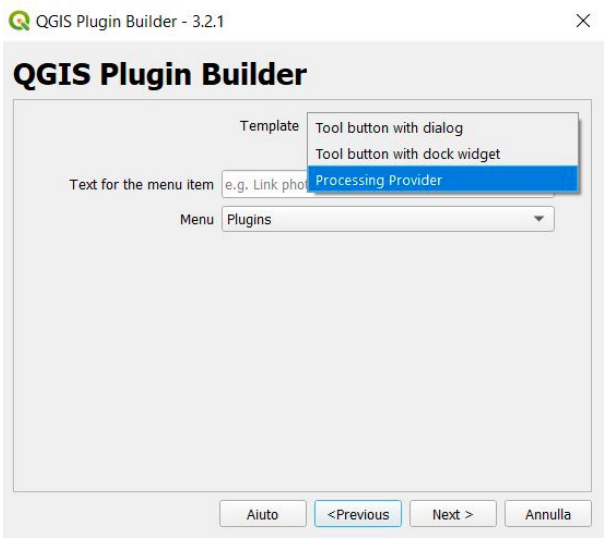


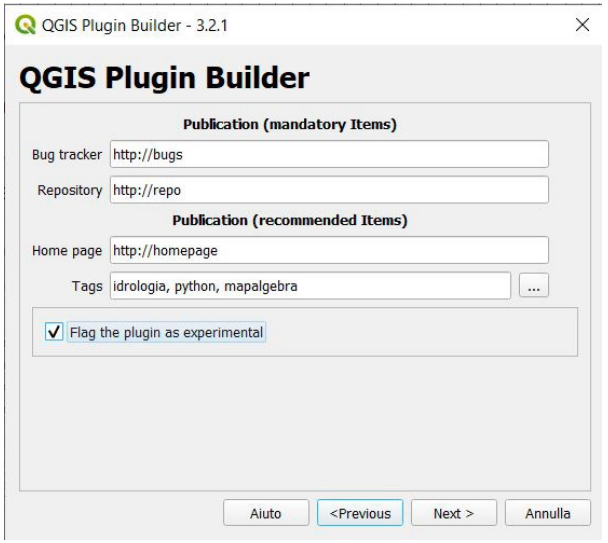
Creare un plugin per QGIS a partire dal modello

Il modello appena visto può essere anche distribuito come plugin di QGIS tramite pochi semplici passaggi:

2. Scegliendo “creare nuovo plugin” andiamo a creare la “struttura” del nuovo plugin, tutte le cartelle e files accessori al codice sono creati in questa fase



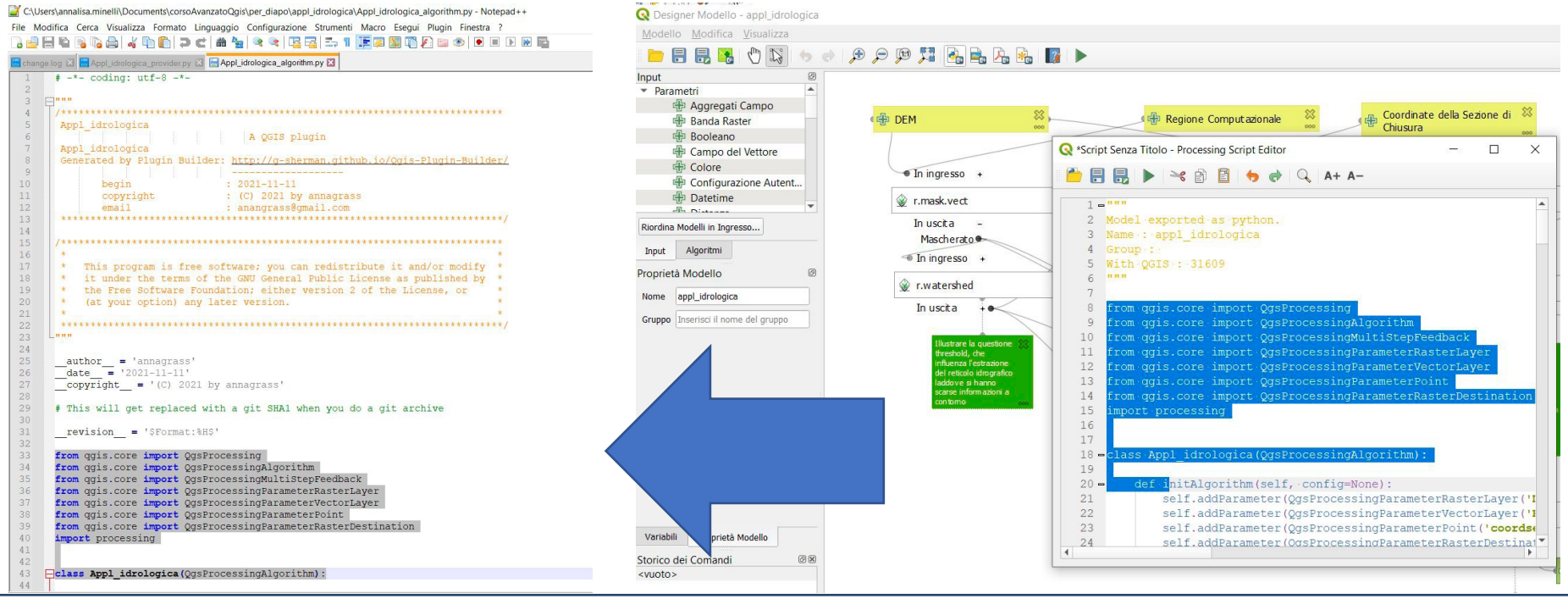




Creare un plugin per QGIS a partire dal modello

Il modello appena visto può essere anche distribuito come plugin di QGIS tramite pochi semplici passaggi:

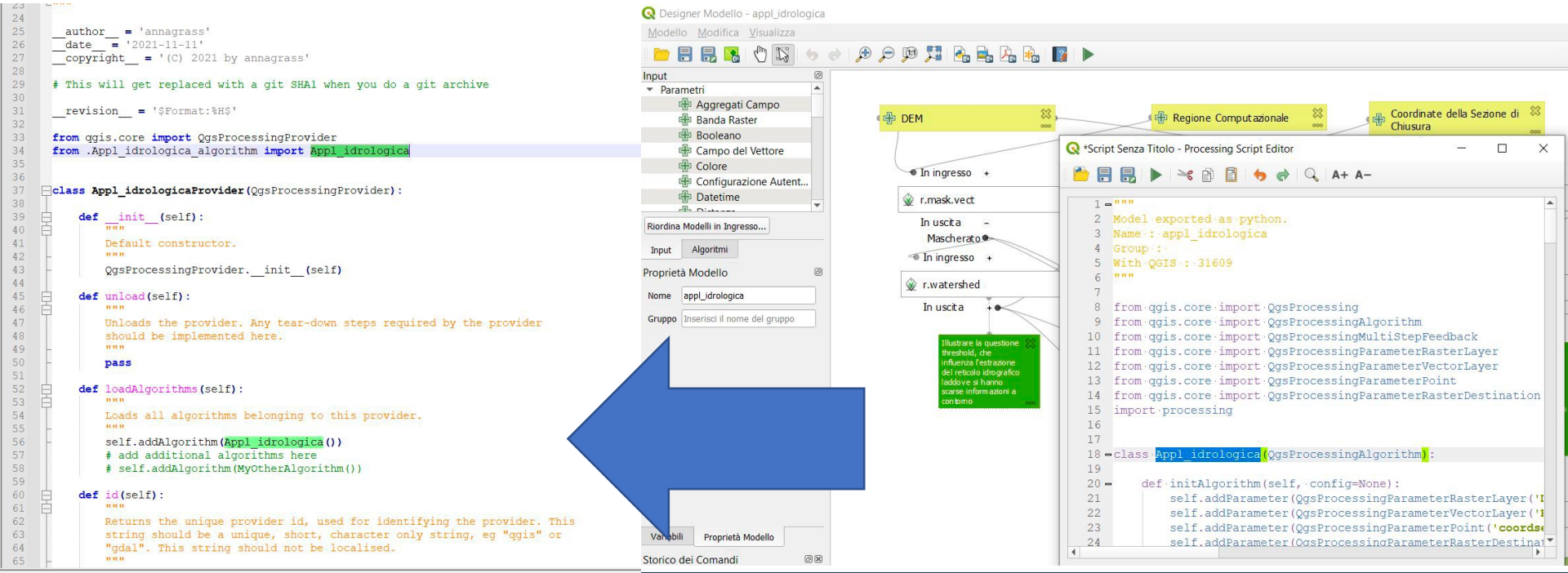
3. nella cartella appena creata ci interessano due files: Appl_idrologica_agorithm.py e _provider.py. In _algorithm.py va inserito il nostro codice al posto di quello di esempio (da riga 33 in poi)



Creare un plugin per QGIS a partire dal modello

Il modello appena visto può essere anche distribuito come plugin di QGIS tramite pochi semplici passaggi:

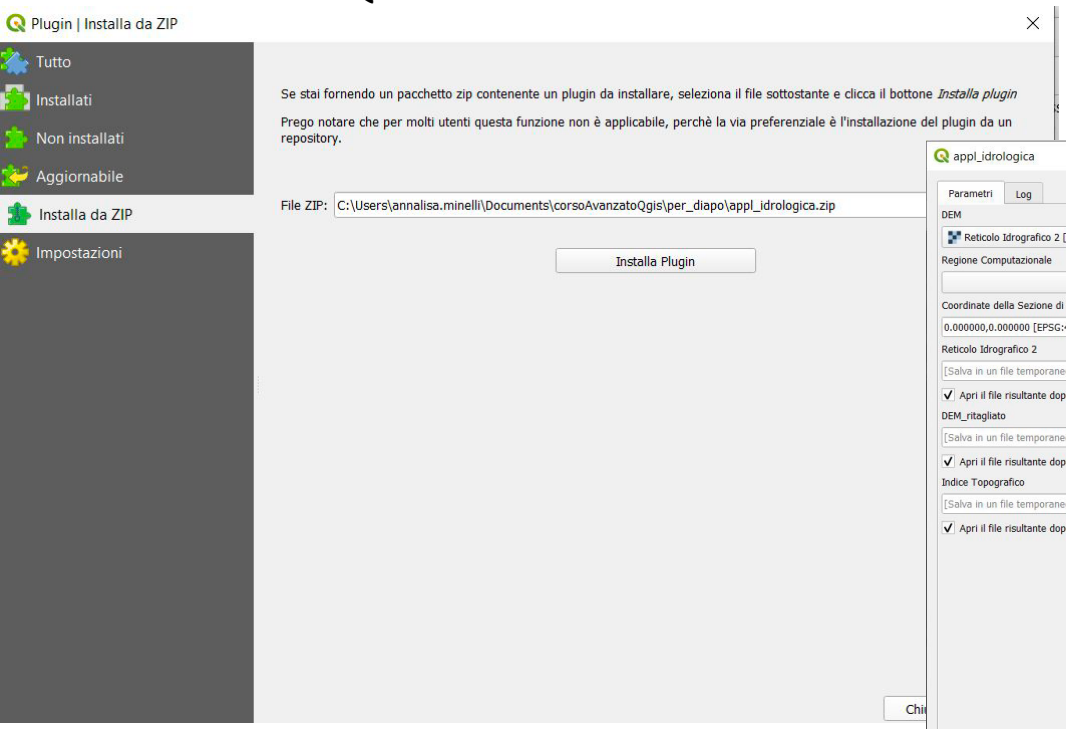
3. nella cartella appena creata ci interessano due files: Appl_idrologica_agorithm.py e _provider.py. In _algorithm.py va inserito il nostro codice al posto di quello di esempio (da riga 33 in poi)

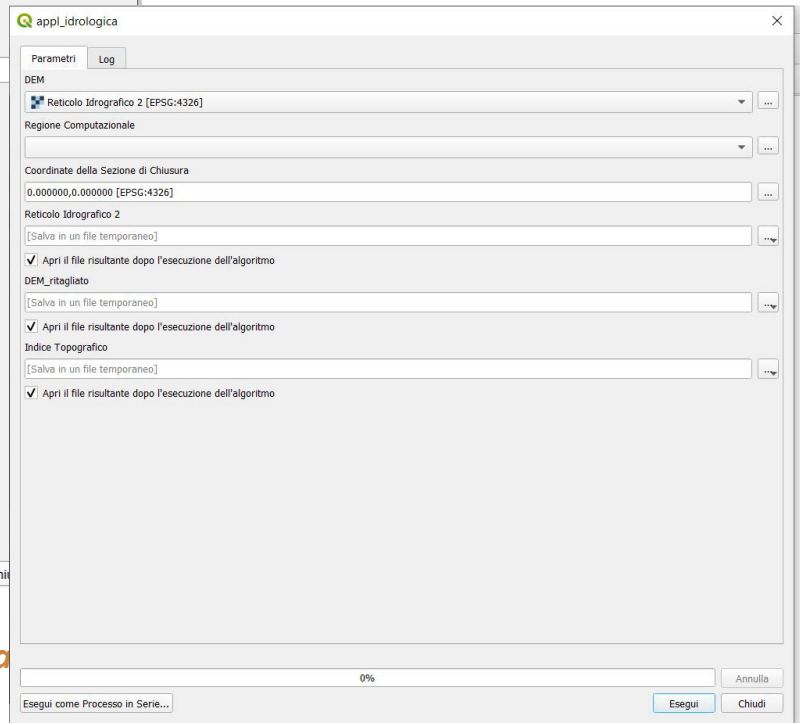


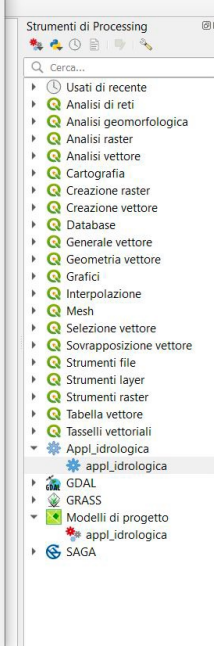
Creare un plugin per QGIS a partire dal modello

Il modello appena visto può essere anche distribuito come plugin di QGIS tramite pochi semplici passaggi:

4. ora non ci resta che fare uno zip della cartella Appl_idrologica e richiamarlo dall'installatore di plugins. Una volta installato il plugin esso apparirà nella processing toolbox di QGIS







FINE: Grazie per l'attenzione!

?

Dubbi? Perplessità?

annalisa.minelli@isprambiente.it