

Tutorial v. 1.0

2013

Implementazione modello numerico del flusso delle acque sotterranee con SID&GRID

Rudy Rossetto

r.rossetto@sssup.it

Iacopo Borsi

borsi@math.unifi.it

Claudio Schifani

cla.schifani@gmail.com



Unione europea
Fondo sociale europeo



Introduzione

Questo tutorial presenta alcune delle funzionalità del modello idrologico SID&GRID.

Nel tutorial si effettua la costruzione di un modello idrogeologico e sua simulazione con il codice MODFLOW-2005 modificato (ovvero *mflgr_sidgrid*) nel progetto SID&GRID

<http://sidgrid.isti.cnr.it>

Per lo svolgimento dell'esercizio sono necessarie conoscenze di base di utilizzo di applicativi GIS e di modellistica numerica idrogeologica ed in particolare del codice MODFLOW.

Nella cartella **dati** sono presenti *n* cartelle contenenti i dati geografici di partenza già pronti per essere implementati nel modello.

Il ciclo completo di modellazione prevede anche una fase di elaborazione dei dati grezzi, prevalentemente geografici, non oggetto di questo tutorial.

Il tutorial, pur prendendo le mosse da un caso reale, non è affatto rappresentativo dello stesso e tutti i dati originali sono stati appositamente modificati.

Il tempo stimato necessario al completamento del tutorial è di circa sei ore.

Questo tutorial è stato terminato con successo su OS Win Xp utilizzando gvSIG CE, e su WIN 7 utilizzando sia gvSIG CE e gvSIG Desktop 1.12.

Obiettivo dell'esercizio

Dopo aver espresso il modello concettuale, implementeremo un modello numerico per la simulazione del campo di moto delle acque sotterranee in un acquifero alluvionale.

Simuleremo la messa in opera di un campo pozzi che emunge la ricarica di subalveo.

La simulazione verrà effettuata su 6 stress period (SP) con il primo in stato stazionario e gli altri in transitorio.

Valuteremo la depressione indotta dai prelievi.

Valuteremo l'estensione e l'entità della risalita della falda che si verifica in seguito alla chiusura del campo pozzi.

Valuteremo la diminuzione della ricarica di subalveo indotta dagli emungimenti in seguito alla chiusura del campo pozzi.

Prima di svolgere questo tutorial si consiglia l'utente di leggere attentamente almeno i Cap. 1, 2, 3, 4 del **Manuale utente**.

Durante lo svolgimento è consigliata la consultazione dei Cap. 5, 6, 7, 8, 11, 12 e 15.

Pianura di S. Alessio (Provincia di Lucca)

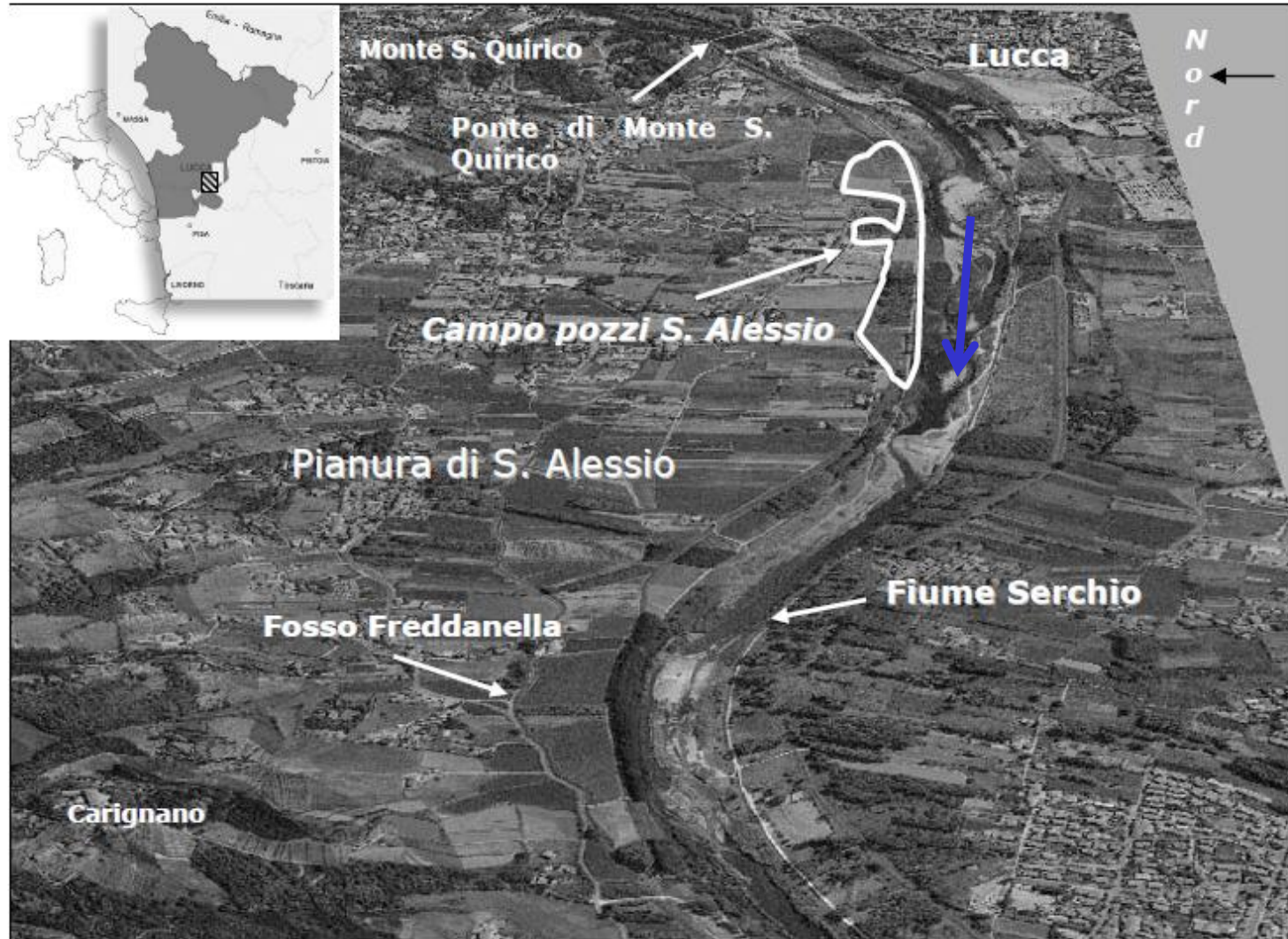
Elementi idrologici
principali:

*Acquifero in connessione
idraulica con il Fiume
Serchio*

*Campo pozzi (10) che
emunge falda di
subalveo*



Dominio di studio/2



Geologia di sottosuolo/idrostratigrafia

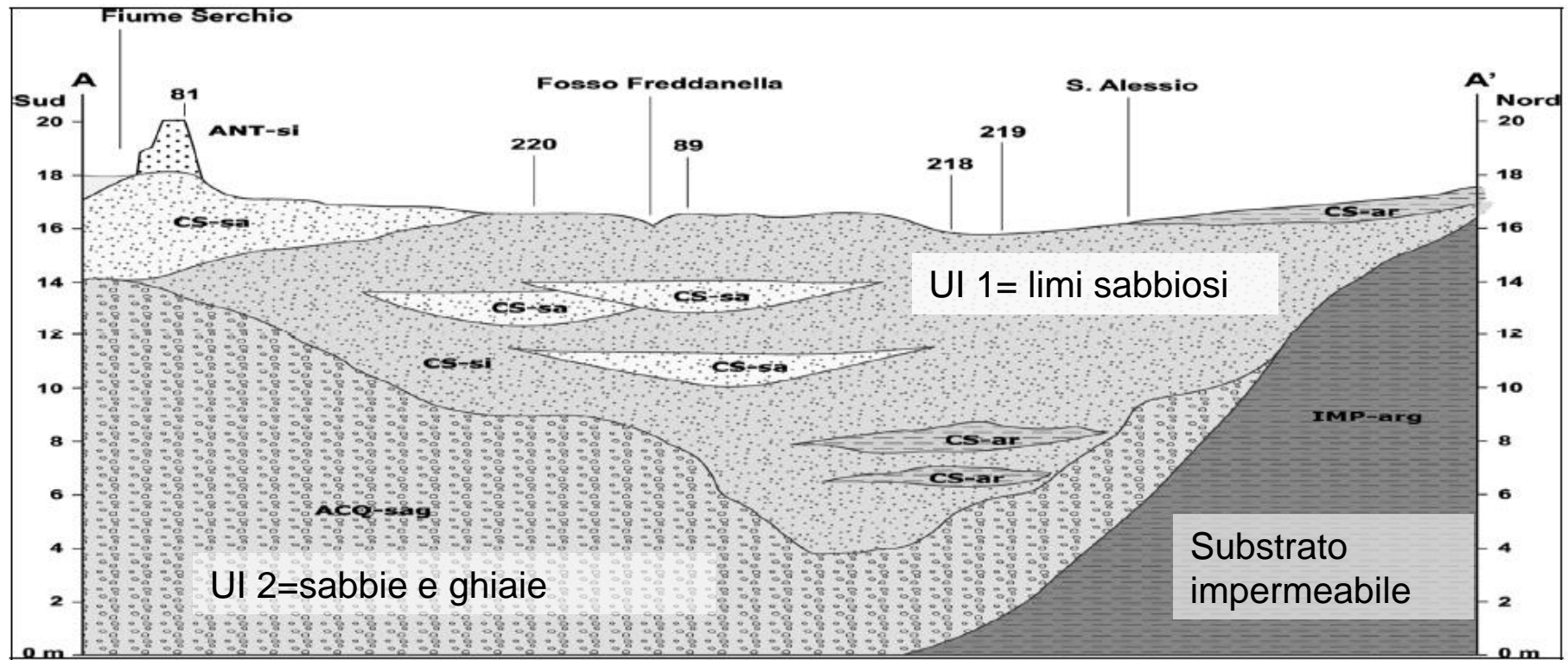
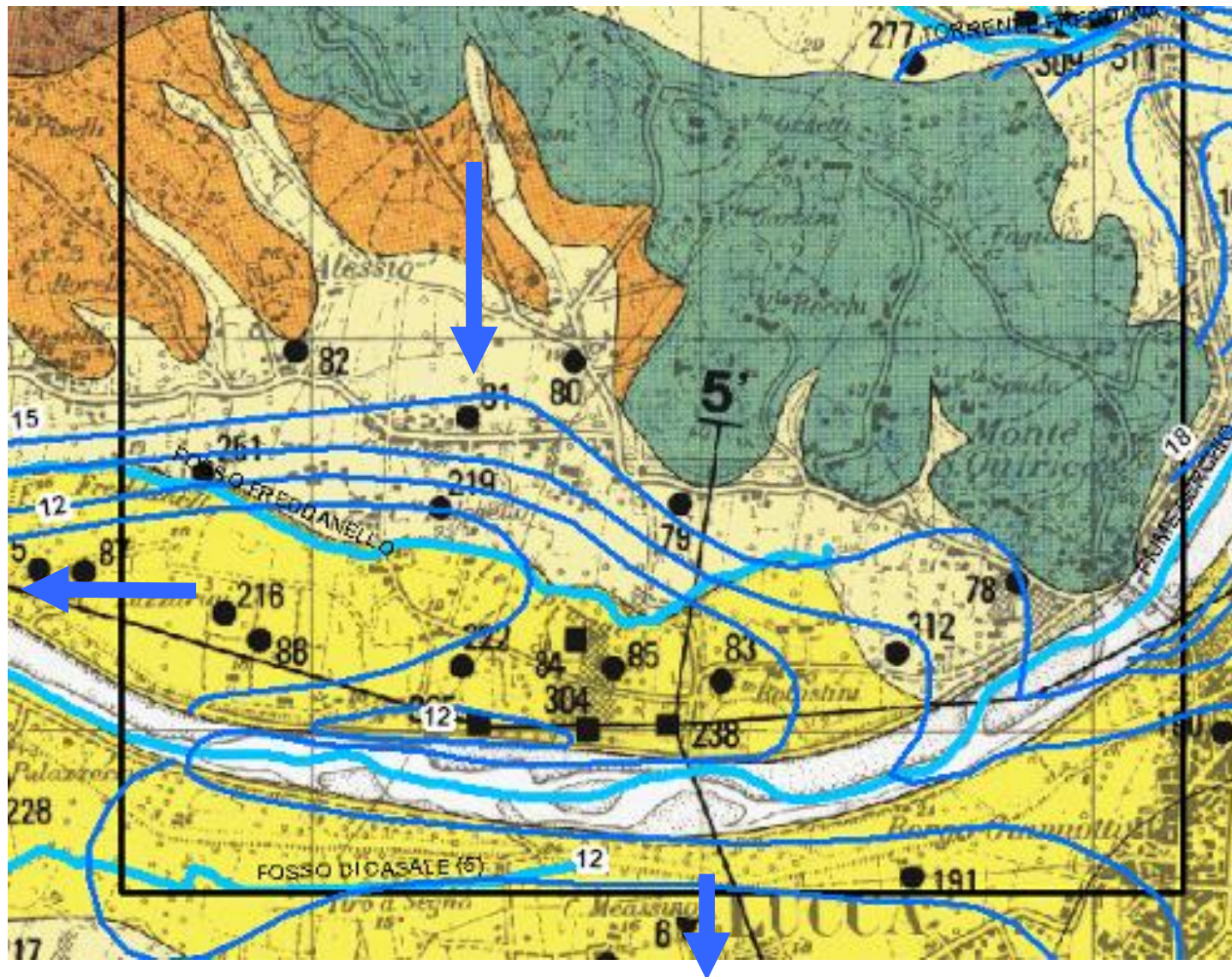


Figura 3. Sezione geologica A-A'.
Geological cross-section A-A'.

Si definiscono due unità idrostratigrafiche:

- UI1 (cop. superficiale – limi sabbiosi)
- UI2 (acquifero - sabbie e ghiaie)

Assetto idrodinamico/1



Assetto idrodinamico/2

Condizioni al contorno

Flusso imposto nullo: parte del limite N/S, limite est (assunzione) e limite ovest (assunzione) + base UI2 (limite acquifero/depositi argillosi a letto)

Flusso imposto (.well): in ingresso al limite nord (variabile nel tempo)

Flusso imposto (.rch): ricarica meteorica efficace (variabile nel tempo)

Flusso dip. da carico (.riv): fiume Serchio (variabile nel tempo)

Flusso dip. da carico (.ghb): limite sud (variabile nel tempo)

Flusso dip. da carico (.drn): Fosso Freddanella

Termine di pozzo

.well: pozzi idropotabili (Q emunta variabile nel tempo)

Condizioni iniziali

Poiché il modello è in stato stazionario utilizziamo un valore elevato (60 m) al fine di evitare interferenze con il *rewetting module*

Implementazione modello numerico

Vogliamo adesso implementare un modello numerico del flusso delle acque sotterranee, ovvero nella zona satura (tutti i processi idrologici che avvengono prima di tale comparto dovranno essere trattati separatamente).

Estensione dominio

N/S 3000 m

E/O 2700 m

120 righe

108 colonne

Discretizzazione orizzontale (in pianta)= Celle 25X25 m

Discretizzazione verticale = 2 layer

Coordinate limiti dominio

1618500, 4859400

1621200, 4856400

Creiamo in **C://** la cartella **sa** ed in questa le cartelle:

- **Work:** vi salveremo tutti i file di lavoro che verranno creati durante l'implementazione del modello;
- **Input:** vi salveremo tutti i file di testo necessari alla simulazione con il codice MODFLOW.

File necessari per l'implementazione del modello

In **C://sa** copiamo la cartella **dati**, che contiene i dati geografici (già processati):

- CARTA 25_K
- Dominio_studio_sa_mi1 (dominio di studio)
- No-flow (estensione celle inattive)
- dem.tiff (modello digitale del terreno)
- Bottom_1.tiff (base della copertura limoso sabbiosa)
- Bottom_lay_2_completo.tiff (base dell'acquifero in sabbie e ghiaie)

- K_UI1_Alessio1.shp (distribuzione dei par. idrodinamici della cop. sup)
- K_UI2.shp (distribuzione dei par. idrodinamici dell'acq.)

- Ghb_linea.shp (linea per la definizione del limite sud del modello)
- Sp_ghb.xls (tabella di appoggio per la condizione ghb)
- Fiume_digit.shp (linea rappresentante il Fiume Serchio)
- Sp_river.xls (tabella di appoggio per la condizione riv)
- Dreno.shp (linea rappresentante il Fosso Freddanello)
- Sp_drain (tabella di appoggio per la condizione drn)
- Pozzi_all.shp (punti dei pozzi utilizzati per simulare il limite nord ed i pozzi idropotabili)

Creazione di un nuovo modello/1

Avvio del programma

(dall'icona sul desktop oppure C:\GVSIGxxx\bin>>>Cliccare su file .exe GVSIG)

Si crea una **Vista** >>> Rinominarla **sa**

Selezionata la vista, impostare sistema di riferimento

(Proprietà>–Proiezione attuale>Tipo>EPSG>Cerca> 3003>Accetta)

Si crea un oggetto **Modello (Hydrological Model)** >>> Rinominarlo **sa**

Da **Proprietà** si apre la finestra >>> **Proprietà del modello**

Impostiamo:

Working directory: C://sa/input

Time unit: days **Map:** meters **SP=** 6

Applica

Dalla **Vista** aprire **sa** (la Vista è al momento priva di dati)

Importiamo la cartografia di base: **Carta25k> 1054.tiff**

Creazione di un nuovo modello/2

E' bene adesso salvare il progetto GIS:

file> salva come>sa nella Directory **C://sa**

Creazione del database

Dobbiamo adesso creare **un nuovo database** in cui verranno immagazzinati tutti i dati:

>SG Data Base:

Att.ne!!! Impostare la connessione al db laddove fosse mancante

(aprire pg admin e “selezionare la spina” – richiede una password)

Crea DB (*nominarlo sa*)

... è il database del modello: è necessario dargli il nome del progetto

(non usare maiuscole!)

Ok Appare la scritta: **Database creato correttamente**

Creazione di un nuovo modello/3

Definizione della griglia di calcolo

Si aggiunge alla vista il **layer vettoriale del dominio di studio**

(C://sa/dati/Dominio_studio_sa_mi_1)

Avendo selezionato il layer **Dominio_studio**:

SG Configure>Griglia>Crea griglia

Risoluzione x: 25 m

Risoluzione y: 25 m

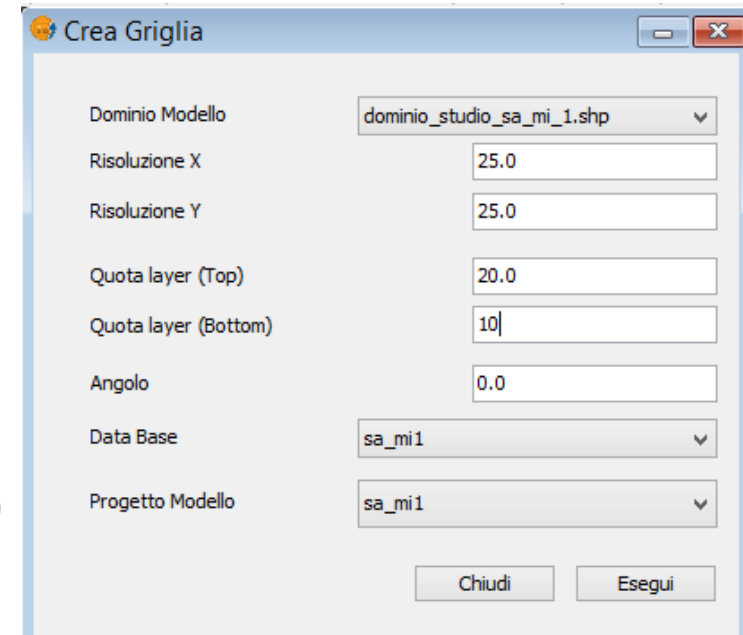
Quota layer (top) = 20 m

Quota layer (bottom) = 10 m

(Successivamente andremo a sostituire con file appropriati le superfici limite dei layer del modello)

Data Base: **sa**

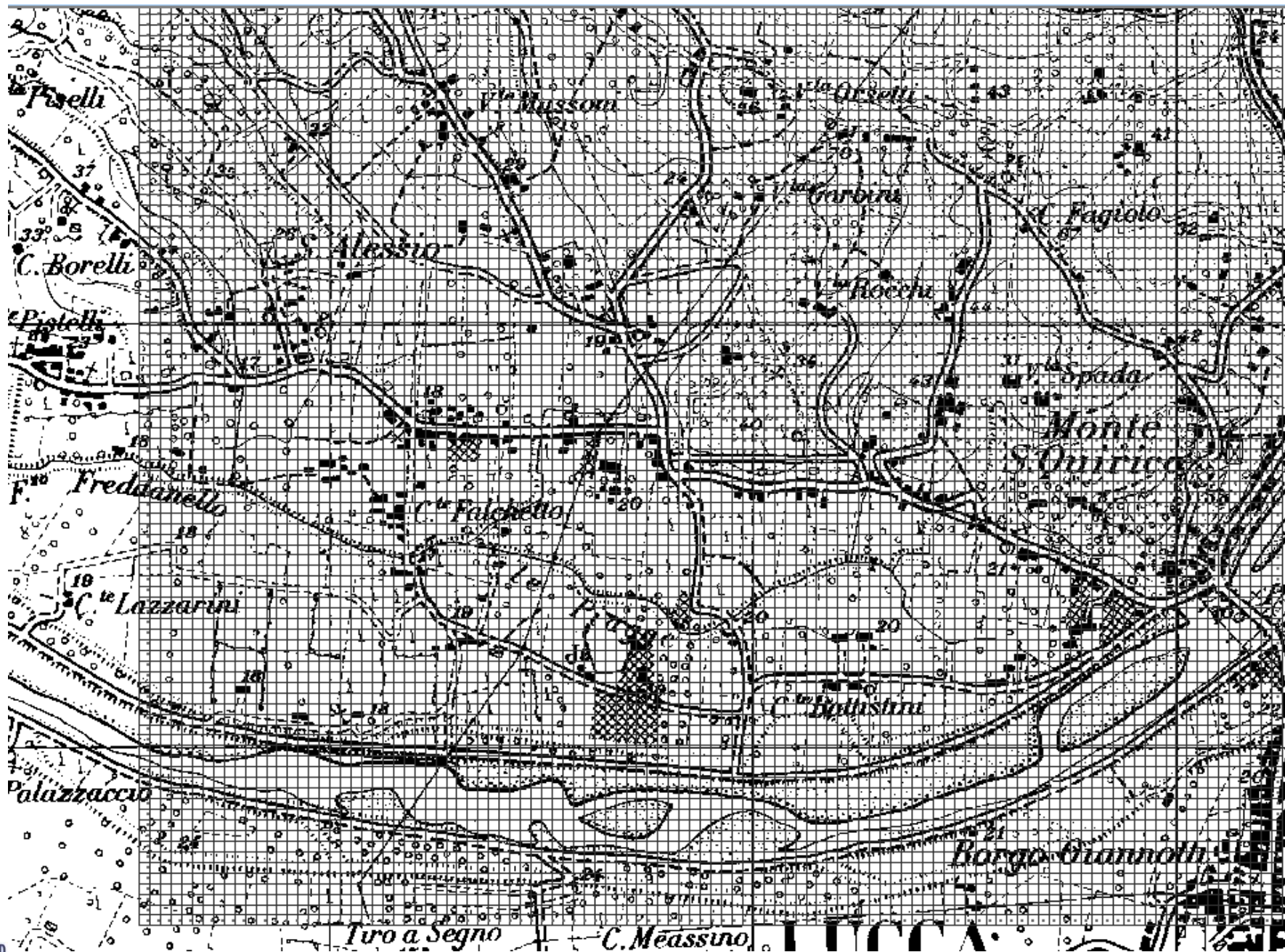
Progetto modello: **sa**



Esegui

Salvare nel database? Si (vengono esportati gli elementi nel geodatabase)

Si è generato il **model layer 1**



Creazione di un nuovo modello/4

Dominio attivo/inattivo del modello/1

Definiamo il **dominio attivo** del modello

Caricare il file **no_flow.shp** (contiene l'estensione delle celle inattive nel modello)

Selezionare **no_flow.shp** (il poligono si colora in giallo)

Vogliamo adesso selezionare le celle del model_layer_1 da porre inattive

Attiviamo e portiamo in editazione lo **.shp model_layer_1**

Da Vista > seleziona per/con layer

*Completare la finestra indicando che **gli elementi***

sono contenuti in **no_flow.shp**

Nuovo insieme

*Aggiungere alla selezione le colonne 1 e 108 utilizzando il **Filtro** (simbolo =imbuto) che non sono state incluse nella presente selezione.*

*Avendo selezionato il model_layer_1 indicare: **Col=1 or col=108***

Aggiungere alla selezione

Creazione di un nuovo modello/5

Dominio attivo/inattivo del modello/2

Una volta selezionate le celle:

- *togliamo la visualizzazione del layer no_flow*
- *apriamo la tabella degli attributi del model_layer_1 (in giallo sono gli elementi selezionati)*
- *editiamo il campo **ACTIVE** assegnando alle celle selezionate il valore **0** (zero: inattivo) (ovvero, selezionare il campo **ACTIVE** >>>strumento **Espressione: Campo **ACTIVE**=0**)*

Dalla selezione fatta si può osservare che non tutte le celle da inattivare sono state selezionate.

*Per completare l'operazione, visualizziamo il model_layer_1 sopra il layer no.flow e aggiungiamo manualmente alla selezione le celle mancanti con lo strumento **Seleziona con punto**.*

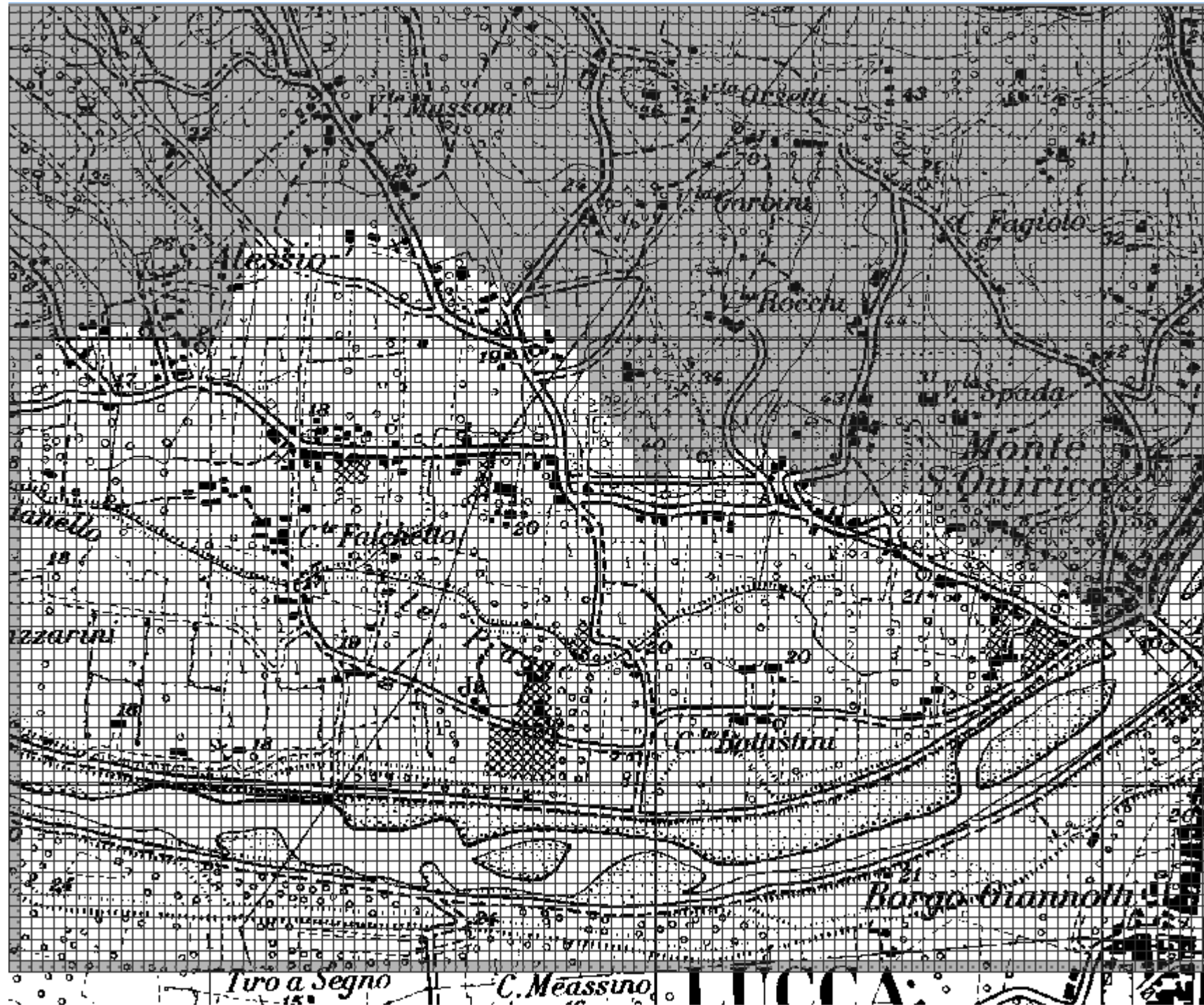
Inattiviamole come fatto al punto precedente.

*Andiamo quindi a disattivare l'opzione **rewetting** dalle celle inattivate:*

*Selezionando il campo **DRYWET***

Espressione> DRYWET=0

Visualizziamo quindi con differenti colori le celle attive e quelle inattive



Creazione di un nuovo modello/6

Definizione delle proprietà del *model_layer_1*

Selezionare il *model_layer_1*

Da **SG Configure >Griglia >>Model layers**

Si apre la finestra **Model Layers** (verificare che il geodatabase sia **sa**)

Model layer **selezionare model_layer_1**

Completare la tabella inserendo:

Layer type	=	convertible	
Layeravg	=	harmonic	
Constant anysotropy	=	SI	Anysotropy value = 1
Layer VKA	=	0	
Layer wet	=	active	

Aggiungiamo quindi un secondo *model_layer*, che utilizzeremo per rappresentare la UI2 (acquifero in sabbie e ghiaie).

Creazione di un nuovo modello/7

Geometria del dominio di studio/1

*Aggiungiamo un nuovo **model_layer** nella tabella e **compiliamo** le proprietà come fatto con il **model_layer_1***

Aggiungi (compare una seconda riga)

Nella tabella **inserire**:

Layer type = **confined**

Layerag = **harmonic**

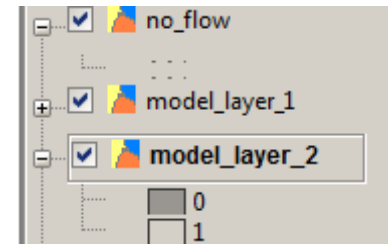
Anisotropia costante = **SI** **Val. anisotropia** = **1**

Layer VKA = **0**

Layer wet = **inactive**

Esegui (attendere la voce **Eseguito**)

*Abbiamo così creato il **model_layer_2** e lo abbiamo salvato nel geodatabase.*

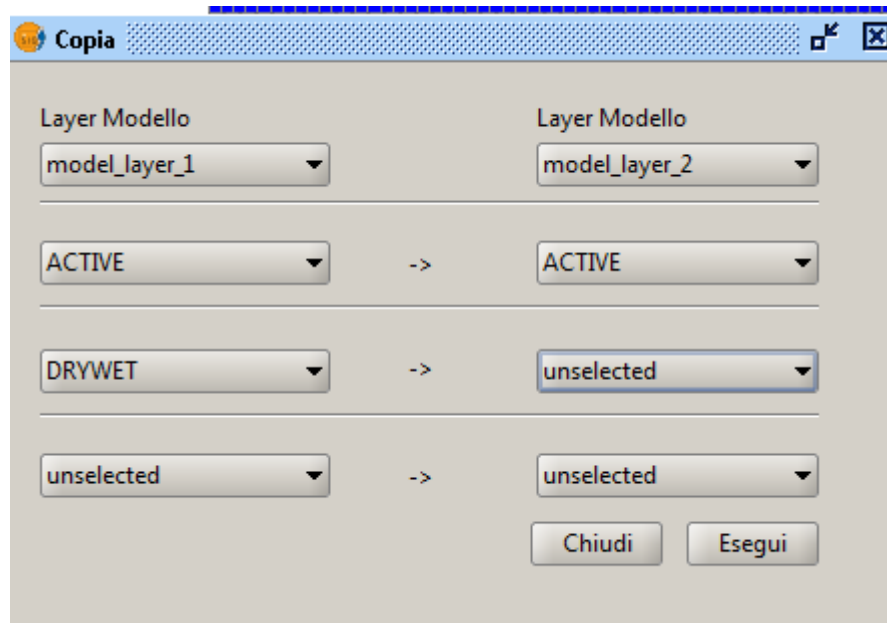


Creazione di un nuovo modello/8

Geometria del dominio di studio/2

Inattiviamo (campo **ACTIVE**) e disattiviamo l'opzione **DRYWET** anche le celle del *model_layer2* con la stessa distribuzione spaziale utilizzata nel *model_layer_1*

Da **SG Configure> Strumenti> Importa parametri> Copia**



Esegui (attendere la voce **Eseguito**)

Visualizzando il *model_layer2* utilizzando il campo **ACTIVE si può osservare come gli attributi del *model_layer1* siano stati copiati anche sul *model_layer2*.**

Creazione di un nuovo modello/9

Geometria del dominio di studio/3

Andiamo a definire la geometria tridimensionale dei due layer attribuendo al model_layer_1 il DEM ed a ciascun layer le superfici limite, ovvero di tetto e di letto, delle unità idrostratigrafiche individuate nel modello concettuale.

Attenzione!!!

*Se si vuole aggiungere ulteriori model_layer (ad es. tra i due appena creati) sarà necessario generare un nuovo modello oppure andare a effettuare modifiche sulla **tabella LPF** (chiarimenti sul manuale)*

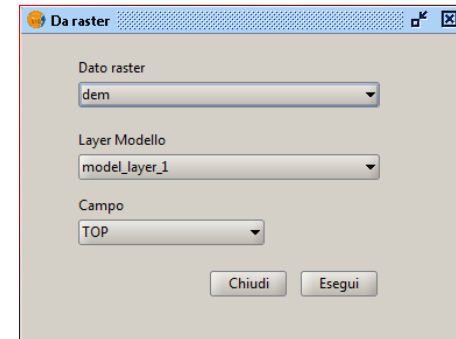
Caricare nella Vista i raster delle superfici limite (**dem, bottom_1; bottom_lay_2_compl**)
Importiamo nel model_layer_1 il dato di Top e Bottom

SG Configure >> Strumenti >> Importa parametri >> Da raster

Si apre la finestra **Da raster**

Per ogni raster da importare è necessario selezionare:

- il dato raster da utilizzare (***Dato raster***)
- il layer dove andare a eseguire l'import (***Layer Modello***)
- il campo su cui eseguire l'import (***Campo***; in questo caso **TOP** o **BOTTOM** del model_layer_n)



Esegui (attendere la voce **Eseguito**)

Creazione di un nuovo modello/10

Geometria del dominio di studio/4

E' possibile che i raster creati, a causa della regionalizzazione di dati con diversità densità spaziale, vadano a intersecarsi.

*E' necessario fare pertanto una verificare ed effettuare le necessarie modifiche:
in SID&GRID questo avviene utilizzando comuni funzionalità GIS.*

- *Portare in editazione il model_layer_1*
- *Effettuare una sottrazione tra TOP e BOTTOM utilizzando il campo NE*
- *Ordinare il campo in ordine crescente*
- *Selezionare le celle per cui la differenza è minore di 1 e*
- *Portarsi sul campo BOTTOM e per le celle selezionate scrivere l'espressione*

BOTTOM=TOP-1

(ovvero desideriamo che lo spessore minimo del model_layer_1 sia pari ad 1 m)

- *Chiudere e salvare l'editazione*



*Il TOP del model_layer_2 dovrà in questo caso essere copiato dal BOTTOM del model_layer_2 utilizzando **SG Configure> Strumenti> Importa parametri> Copia***

Creazione di un nuovo modello/11

Geometria del dominio di studio/5

Si effettua la stessa operazione eseguita sul *model layer1* per specificare l'andamento geometrico delle superfici per il *model layer2*.

Togliere dalla visualizzazione i dati raster

Visualizzazione di una sezione 2D

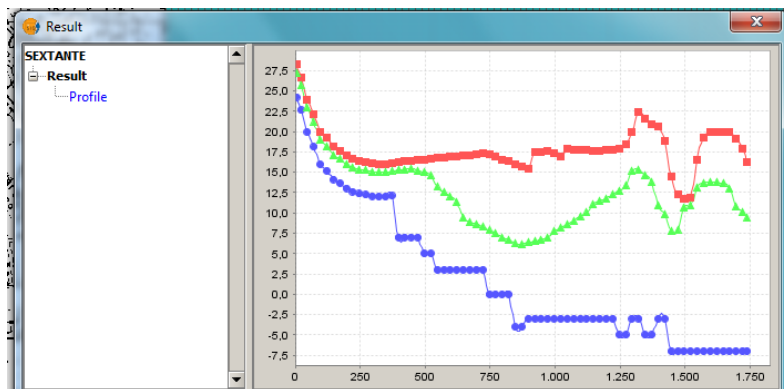
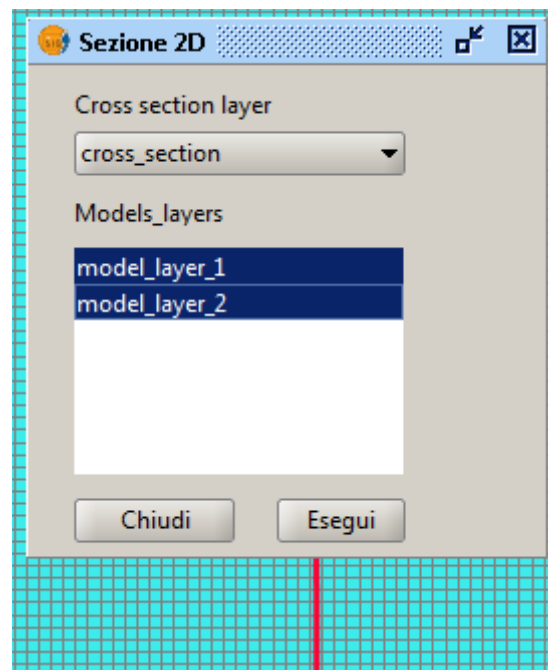
Carichiamo il dato vettoriale *cross_section.shp* nella Vista

Da **SG Configure** >> **Strumenti** >> **Sezione 2D**

Cross section layer: ***cross_section***

Model_layers: ***selezionare model_layer_1 e model_layer_2***

Esegui (attendere la voce **Eseguito**)



Creazione di un nuovo modello/12

*Terminate queste operazioni specifichiamo adesso i quali sono i `model_layer` che compongono gli strati del modello idrogeologico (**Ground Water Model layers**)*

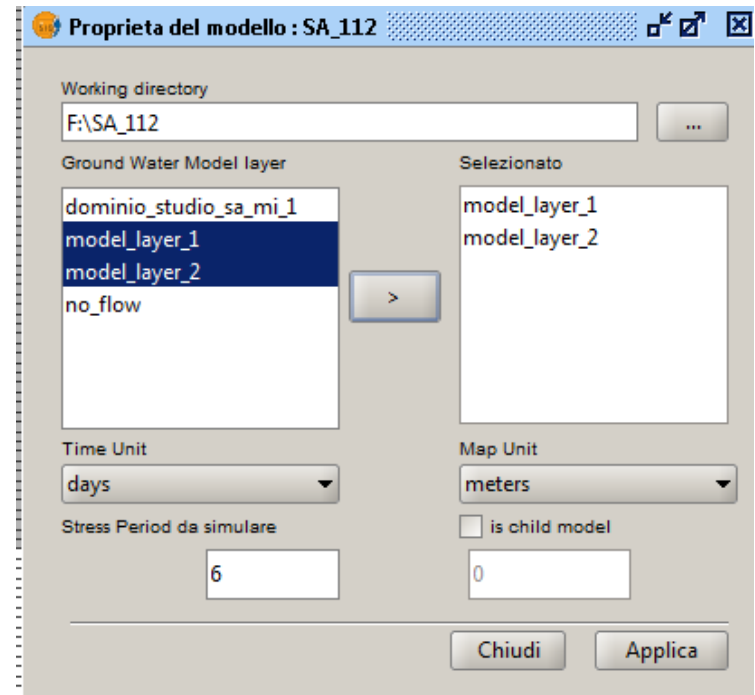
Mostra >> Gestore di progetto>> Hydrological model >> selezionare sa

Selezionare Proprietà dalla finestra iniziale

Portare i `model_layer_1` e `_2` nella finestra *Selezionato*

Applica

Una volta eseguita l'operazione, tornare sulla **Vista**.



Creazione di un nuovo modello/13

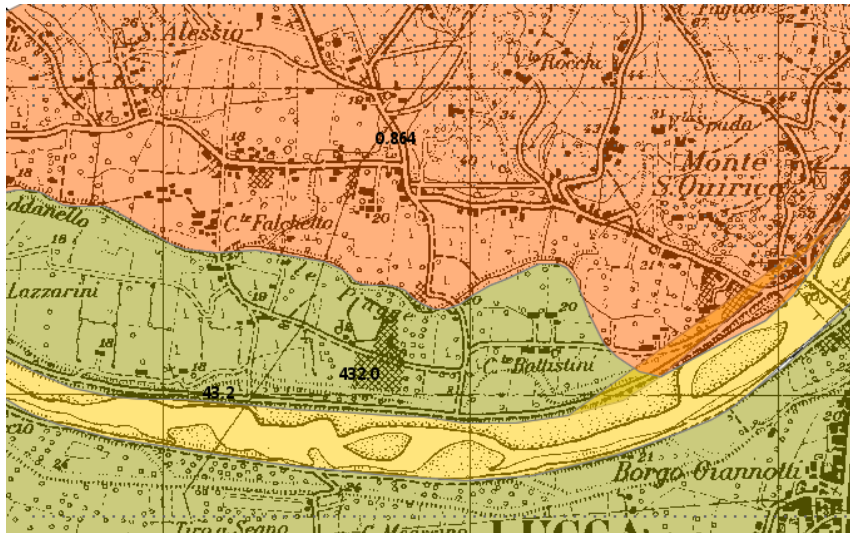
Implementazione delle proprietà idrodinamiche/1

Assegniamo i parametri idrodinamici ai due *model_layer* importando .shp poligonali che contengono le informazioni relative ai valori da attribuire a:

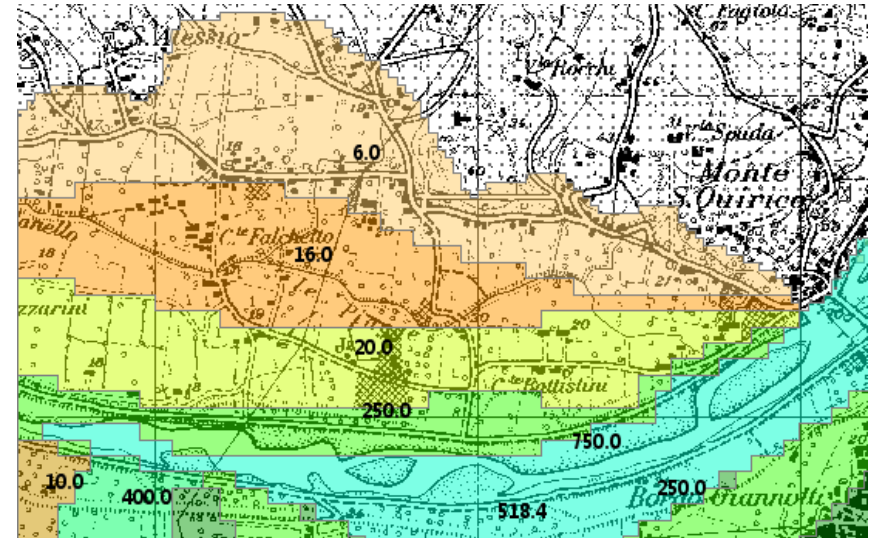
Kx Ky Kz Ss Sy

Si utilizzano i file: **K_UI1_Alessio** e **K_UI2** che devono essere caricati nella **Vista**

Kx Copertura superficiale



Kx Acquifero



Creazione di un nuovo modello/14

Implementazione delle proprietà idrodinamiche/2

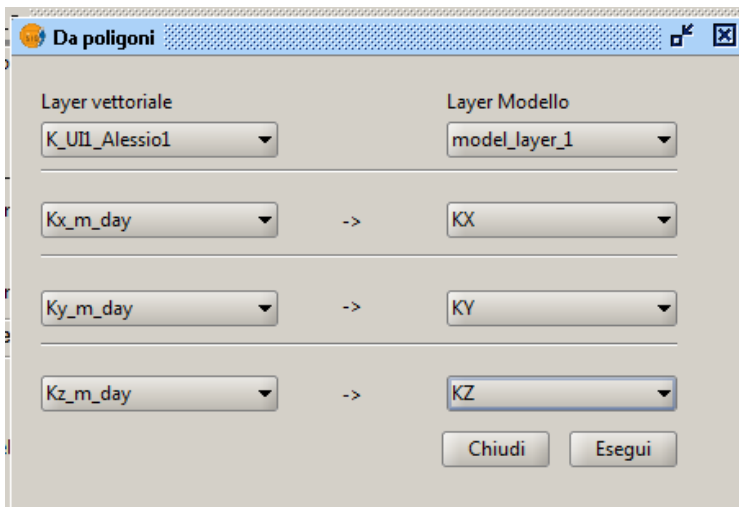
Per il **model_layer_1**:

SG Configure >> Strumenti>> Importa parametri >> Da poligoni

K_UI1 (layer vettoriale .shp da assegnare al) **Model_layer_1**

Assegniamo i valori di k_x , k_y e k_z (in m/day) cercando la corrispondenza tra i campi dei due file

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)



Seguiamo la medesima procedura per assegnare anche i parametri relativi allo **storage** (S_s e S_y) al **model_layer_1** e ripetiamo la procedura per parametrizzare il **model_layer_2**

Definizione della discretizzazione temporale

Dobbiamo adesso specificare la discretizzazione temporale del modello che stiamo implementando

Da **SG Configure** >> **Tempo** >> **Definisci Stress Period**

Creare e completare la tabella come segue:

Aggiungere sei righe (corrispondenti ognuna ad uno SP)

Lenght **SP1= 1** **SP2= 90** **SP3,4,5,6= 10 (days)**

Time step **SP1= 1** **SP2= 6** **SP3,4,5,6= 2**

Multiplier = **1**

State = **ST (SP=1), TR (SP=2,3,4,5,6)**

Applica

ID	Lenght	Time Steps	Multiplier	State
1	10	01	1	SS
2	010	01	1	TR
3	10	01	1	TR
4	10	01	1	TR
5	10	01	1	TR
6	10	01	1	TR

NB: importando (Carica) un file .xls la prima riga del file .xls dovrà riportare l'intestazione delle colonne; i dati dovranno essere inseriti a partire dalla seconda riga.

Assegnazione delle condizioni iniziali

Assegniamo le condizioni iniziali al ***model_layer_1*** e ***_2***

Entriamo in editazione nella tabella di ciascuno dei due *model_layer* andando a **completare** il campo

STRT = **60 (m)**

Con questa operazione sono terminate le seguenti fasi:

- *Discretizzazione spaziale* (implementazione della geometria 3D del dominio di studio);
- *Discretizzazione temporale*;
- *Parametrizzazione idrodinamica*
- *Assegnazione delle condizioni iniziali*

Condizioni al contorno/1

Limite sud del dominio/1

Simuliamo i potenziali deflussi attraverso il limite sud del dominio utilizzando il *package* **General Head Boundary**

in modo da utilizzare il valore del carico idraulico lungo una isopieza a circa 100 m dal limite

- **Carichiamo** nella **Vista** lo .shp **Ghb_linea**
- **Carichiamo** la tabella **sp_ghb** dalla sezione **Tabella** del **Gestore di progetto (Nuova)**
- Da **SG configure** >> **Strumenti**>> **Crea Dati Modello** >> **Crea Dati GHB**
- Importare il file caricato e la relativa tabella nella finestra specificando:

Lunghezza= Lunghezza

Dim. cella =25 m (dimensione di cella)

Layer num= 2 (assegniamo la condizione al model_layer_2)

Esegui (attendere la voce **Eseguito**)

Il layer temporaneo dovrà essere salvato come .shp file (**Layer>Esporta>shp**, es. **ghb_point**) e caricato nella **Vista** del progetto di gvSIG (eliminare quindi il file temporaneo).

Crea Dati GHB

Ghb (shp)	Parametri (dbf)
Ghb_linea	sp_ghb.dbf
Lunghezza	1 [xyz] Par
25 Dim. cella	100 Boundary dist
2 Layer num	

Chiudi Esegui

Condizioni al contorno/2

Limite sud del dominio/2

Da **SG Configure** >> **Strumenti** >> **Crea dati modello** >> **da punti a celle Modello**

Point layer: specificare il layer da trasformare in celle (**ghb_point**)

Layer modello: specificare la griglia da cui prendere le informazioni (**model_layer_1**)

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)

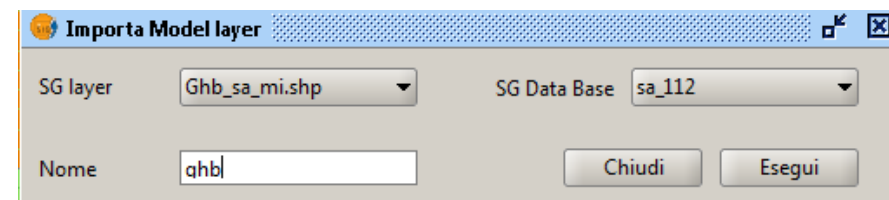
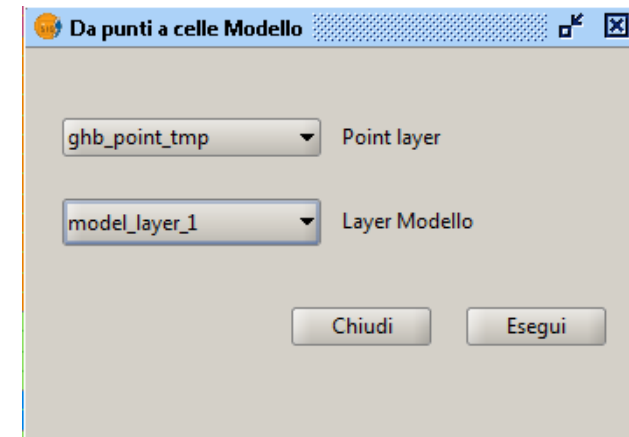
Si è così generato **un file MDO** (contenente le informazioni spaziali e temporali secondo la discretizzazione impostata) **point_cell_temp** che deve essere salvato come .shp file (**Layer>Esporta>shp**, es. **ghb_sa**) e caricato nella **Vista** del progetto di gvSIG (eliminare quindi il file **ghb_point**).

Lo esportiamo quindi nel geodatabase:

SG Data base >> **Importa Model Layer**

Selezionare il file ed il database appropriato

Esegui



Condizioni al contorno/3

Fiume Serchio/1

Simuliamo i rapporti tra Fiume Serchio e acquifero utilizzando il *package River*

- **Carichiamo** nella **Vista** lo .shp **fiume_digit** (dalla cartella river)
- **Carichiamo** la tabella **sp_river** dalla sezione **Tabella** del **Gestore di progetto (Nuova)**
- Da **SG configure** >> **Strumenti** >> **Crea Dati Modello**>> **Crea Dati River**
- **Importare il file caricato e la relativa tabella nella finestra specificando:**

Lunghezza= Lunghezza

Dim. cella=25 m (dimensione cella)

Width= 25 m

Layer num= 1 (assegniamo la condizione al
model_layer_1)

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)

Crea Dati River

River (shp)	Parametri (dbf)
fiume_digit	sp_river.dbf
Lunghezza	1 [xyz] Par
25 Dim. cella	25 Width
1 Layer num	

Chiudi Esegui

Il layer temporaneo dovrà essere salvato come .shp file (**Layer>Esporta>shp**, es. **riv_point**) e caricato nella vista del progetto di gvSIG (eliminare quindi il file temporaneo).

Condizioni al contorno/4

Fiume Serchio/2

E' possibile che su alcune celle si vada a trovare più di un punto.

E' perciò necessario verificare e quindi eventualmente cancellare uno dei due punti presenti portando in editazione il layer geografico appena creato (*nel caso in esame dovrà essere rimosso un punto*).

Terminata questa operazione si procede con la creazione del file MDO.

Da **SG Configure** >> **Strumenti** >> **Crea dati modello** >> **da punti a celle Modello**

Point layer: specificare il layer da trasformare in celle (**river_point**)

Layer Modello: specificare una griglia di riferimento (**model_layer_1**)

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)

Si è così generato **un file MDO** (contenente le informazioni spaziali e temporali secondo la discretizzazione impostata) **point_cell_temp** che deve essere rinominato (ad es. riv_sa.shp) e quindi esportato nel geodatabase:

SG Data base >> **Importa Model Layer**

Selezionare il file ed il database appropriato

Esegui

Condizioni al contorno/5

Fosso Freddanello/1

Simuliamo l'effetto della presenza del Fosso Freddanello (in sostanza un dreno) sull'acquifero utilizzando il *package*

Drain

Se il livello piezometrico salirà oltre la base del corso d'acqua, le acque sotterranee verranno drenate e quindi rimosse dal dominio

- **Carichiamo** nella **Vista** lo **.shp Dreno**
- **Carichiamo** la tabella **sp_drain** dalla sezione **Tabella** del **Gestore di progetto (Nuova)**

• Da **SG configure** >> **Strumenti**>> **Crea Dati Modello** >> **Crea Dati Drain**

- **Importare il file caricato e la relativa tabella nella finestra specificando:**

Lunghezza= Lunghezza

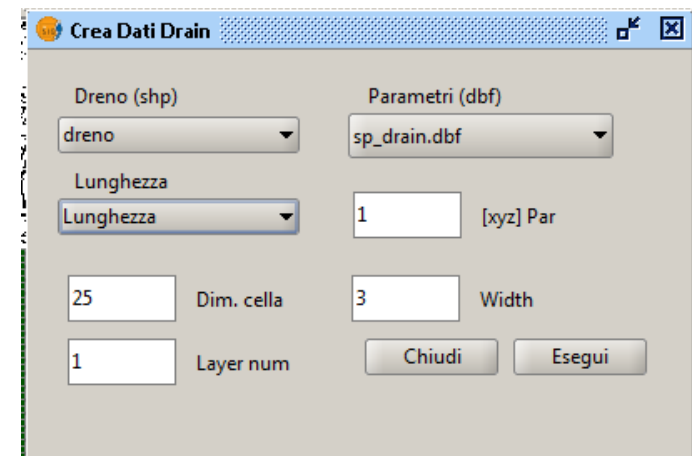
Dim. cella=25 m (dimensione cella)

Width= 3 m

Layer num= 1 (assegniamo la condizione al model_layer_1)

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)

Il layer temporaneo dovrà essere salvato come **.shp** file (**Layer>Esporta>shp**, es. drn_point) e caricato nella vista del progetto di gvSIG (eliminare quindi il file temporaneo).



Condizioni al contorno/6

Fosso Freddanello/2

E' possibile che su alcune celle si vada a trovare più di un punto.

E' perciò necessario verificare e quindi eventualmente cancellare uno dei due punti presenti portando in editazione il layer geografico appena creato (*nel caso in esame dovranno essere rimossi tre punti*).

Terminata questa operazione si procede con la creazione del file MDO.

Da **SG Configure** >> **Strumenti**>> **Crea dati modello** >> **da punti a celle Modello**

Point layer: **specificare** il layer da trasformare in celle (**drn_point**)

Layer Modello: **specificare** il layer ove effettuare l'operazione (**model_layer_1**)

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)

Si è così generato **un file MDO** (contenente le informazioni spaziali e temporali secondo la discretizzazione impostata) **point_cell_temp** che deve essere rinominato (ad es. drn_sa.shp) e quindi esportato nel geodatabase:

SG Data base >> **Importa Model Layer**

Selezionare il file ed il database appropriato

Esegui

Condizioni al contorno/7

Ricarica efficace meteorica (infiltrazione efficace)

Andiamo ad assegnare un valore di ricarica efficace a ciascun SP, creando un MDO in cui verrà assegnato un valore di ricarica per ogni SP.

La ricarica sarà omogeneamente distribuita sul dominio in analisi ad ogni SP.

Da **SG Configure** >> **Strumenti** >> **Crea Dati Modello** >> **Crea Dati Recharge**

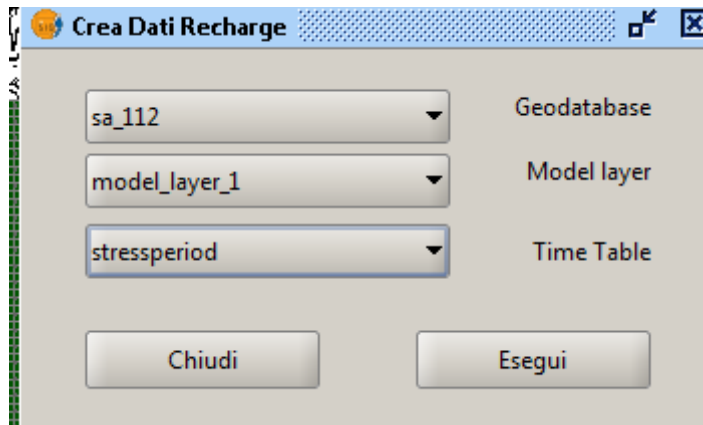
Specificare:

Geodatabase=sa

Model layer= model_layer_1

Time Table=stressperiod

Esegui



Salvare il file nel database.

Portare in editazione il file MDO così creato e assegnare ai campi SP_1_rech, SP_2_rech, etc. i valori in tabella:

SP_n_rech	Recharge (m/day)
1	0.001
2	0.0001
3	0
4	0.0009
5	0
6	0

Condizioni al contorno/8

Limite nord del dominio e pozzi idropotabili/1

Il limite nord del dominio ed i pozzi idropotabili vengono importati contemporaneamente in quanto simulati entrambi con il pacchetto **Well**

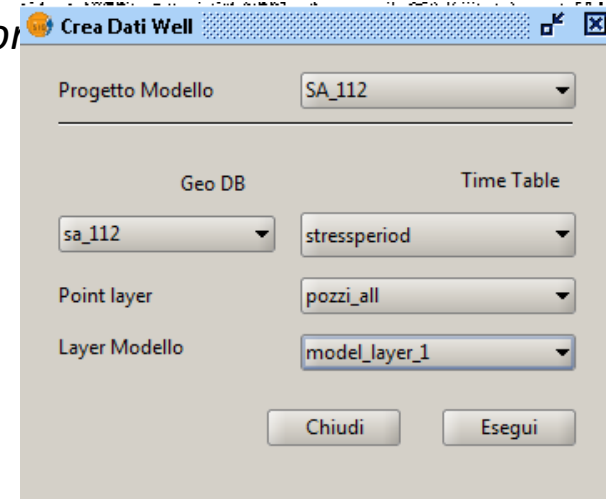
Aggiungere alla **Vista** il file **Pozzi_all.shp** , che contiene tutte le informazioni necessarie a questa implementazione.

I pozzi verranno assegnati al layer 2.

- Da **SG configure** >> **Strumenti>> Crea Dati Modello >> Crea Dati Well**
- Importare il file caricato nella finestra specificando:
Progetto Modello=sa
Geo DB=sa
Time Table=stressperiod
Point Layer (*layer puntuale dei punti di prelievo/immissione*)
Layer Modello=model_layer_1
Esegui

Salvare il file nel database.

Viene così creato il file MDO.



Condizioni al contorno/9

Limite nord del dominio e pozzi idropotabili/2

Deve essere quindi implementata la tabella portando in editazione il file ed andare a inserire i seguenti dati:

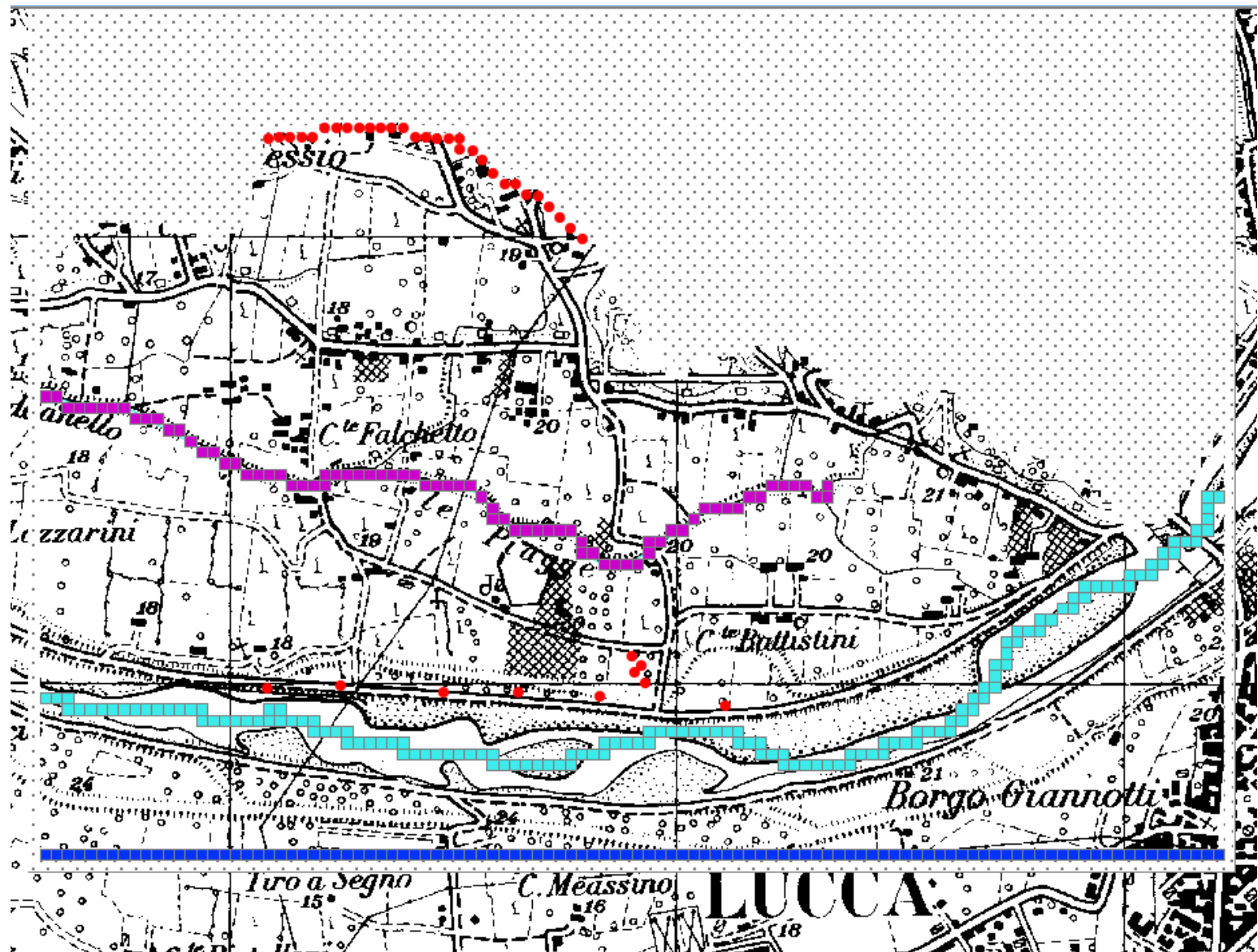
- from_lay= 2
- to_lay= 2

Riempire i campi SP1, SP2 e seguenti considerando che:

- ai pozzi S_Alessio 1,2,3,4 devono essere assegnate le portate definite in tabella per **Cluster 4 pozzi**;
- ai pozzi S_Alessio 5, 6,7, 8, 9, 10 devono essere assegnate le portate definite in tabella per **Lungo Fiume**;
- ai pozzi rimanenti devono essere assegnate le portate definite in tabella **Pozzi limite nord**.

Pozzi q(SP-m3/day)	1	2	3	4	5	6
Cluster 4 pozzi	0	-2000	-1000	-1000	-1000	0
Lungo Fiume	0	-4000	-2500	-2000	-1000	0
Pozzi limite nord	14	12	10	12	10	8

Visualizzazione delle condizioni al contorno e dei termini di pozzo



Processamento dei dati per la simulazione/1

In questa fase passiamo a processare i dati implementati ed a scrivere i file necessari per la simulazione con il codice MODFLOW mflgr_sidgrid .

Dobbiamo definire una serie di parametri che ci permetteranno la scrittura dei file per una serie di pacchetti base.

SG Model packages >> Pacchetti base

Global --- controllare che sia selezionato *model_layer_1* come top layer

Basic --- definire dove si trovano le *starting head (initial condition)* – campo **STRT**

Dis --- selezionare la tabella degli stress period (***stressperiod***)

LPF --- **Tabella LPF=** selezionare ***lpf***

HDRY Parameters= -9999

WETFCT= 1

IWETIT= 11

IHDWET=1



Processamento dei dati per la simulazione/2

Parametri del solutore

PCG--- definire le impostazioni del solutore

Outer iteration = **500**

Inner iteration = **50**

H close = **0.001**

Rclose = **0.001**

Esegui (l'attribuzione termina con **Eseguito**)

Si è così effettuata la scrittura dei seguenti file per la simulazione con il codice MODFLOW (i file di testo generati si trovano nella cartella **Input** precedentemente indicata come *Directory*)

.dis

.bas

.lpf

.pcg

.oc

.geo

Processamento dei dati per la simulazione/3

Si vanno a scrivere gli altri file per i package per cui abbiamo implementato dati:

SG Model packages >>

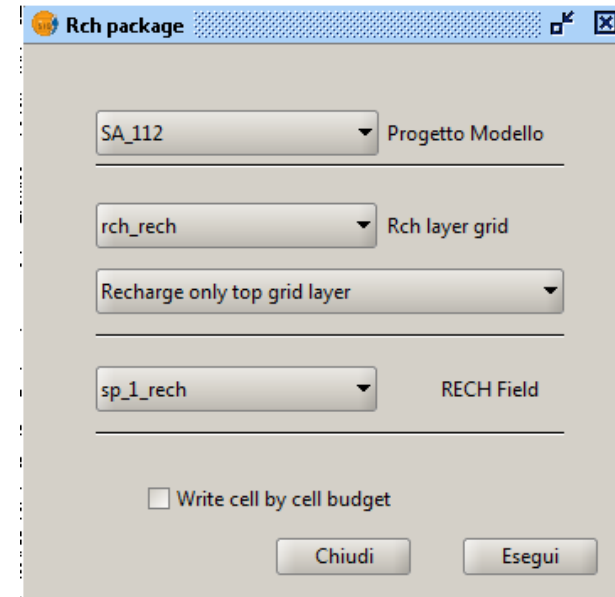
- Ghb**
- River**
- Drain**
- Recharge**
- Well**

Generalmente dovrà essere indicato:

Progetto modello

MDO specifico per la il package da tradurre

Campo relativo al primo SP da cui far partire la lettura del dato temporale



NB: per il **Rch package** indicare **Recharge to the highest active cell**

Esegui

Si può andare a verificare la scrittura dei file nella cartella **Input**, la cui directory è stata specificata nelle proprietà del modello.

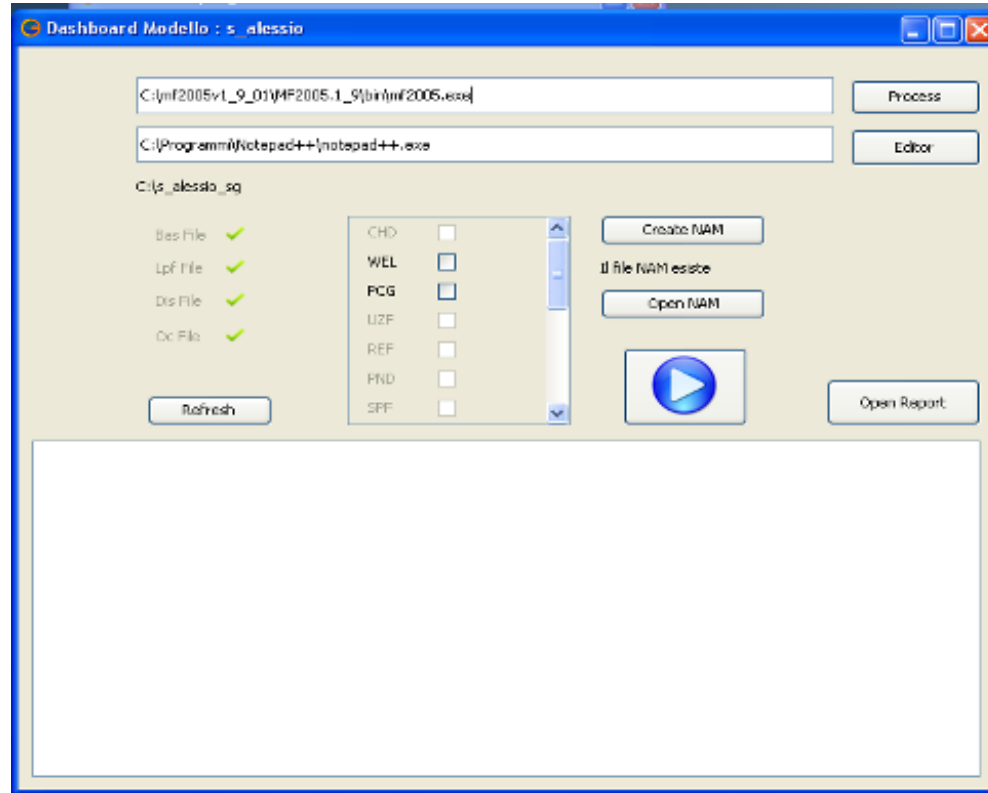
I file prodotti sono: **.ghb**, **.riv**, **.drn**, **.rch** e **.wel**.

Simulazione

Per l'effettuazione della simulazione sarà necessario passare alla sezione
Hydrological model

Mostra >> Gestore di progetto >> Hydrological Model>>sa>> Apri

Si apre la **Dashboard**



Inserire in **Process** la Directory in cui si trova il codice ***mflgr_sidgrid*** (si suggerisce di archivarlo in *C://Programmi/mflgr_sidgrid*)

Inserire in **Editor** la Directory in cui si trova l'editor di testo

Simulazione

Sulla colonna di sinistra sono visualizzati i file dei pacchetti base: se la loro generazione non è andata a buon fine invece di un flag verde compare una crocetta rossa.

Nella finestra centrale è presentata la lista dei file attivabili con la presente versione della piattaforma: solo quelli generati sono attivi.

Selezionare i file generati che si intendono utilizzare nella simulazione (.wel, .pcg, .rch, .riv, .ghb, .drn).

Si passa adesso a creare il file **.NAM**

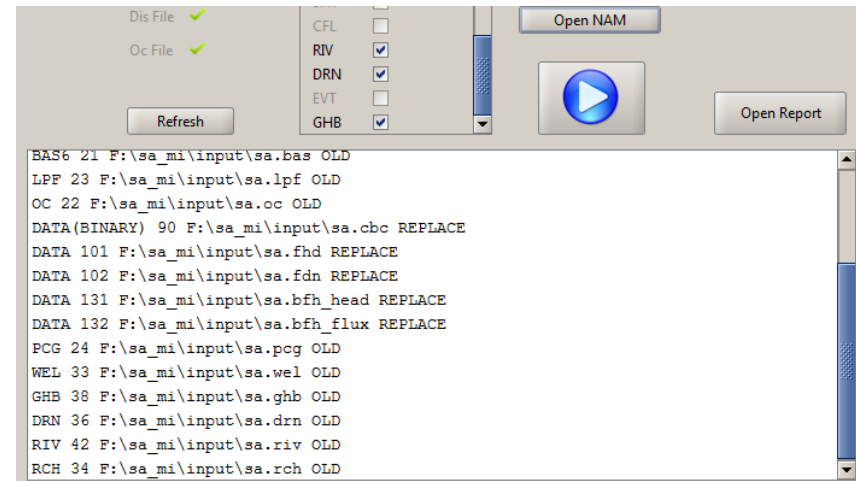
Create.NAM

Verificare il .nam (**Open NAM**)

Eseguire la simulazione

(tasto Play)

Open report per verificare l'andamento della simulazione.
(tempo simulazione 5/6 secondi)



```
Solving: Stress period: 2 Time step: 6 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 3 Time step: 1 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 3 Time step: 2 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 4 Time step: 1 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 4 Time step: 2 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 5 Time step: 1 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 5 Time step: 2 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 6 Time step: 1 Ground-Water Flow Eqn.
Solving: Stress period: 6 Time step: 2 Ground-Water Flow Eqn.
Run end date and time (yyyy/mm/dd hh:mm:ss): 2013/07/12 14:47:56
Elapsed run time: 5.850 Seconds
```

Normal termination of simulation

Analisi e visualizzazione dei risultati/1

- Da Open report si apre il file .lst

Visualizziamo il budget alla fine dello SP1

Cerca VOLUMETRIC BUDGET FOR
ENTIRE MODEL AT END OF TIME
STEP 1 IN STRESS PERIOD 1

VOLUMETRIC BUDGET FOR ENTIRE MODEL AT END OF TIME STEP 6 IN STRESS PERIOD 2

CUMULATIVE VOLUMES		L**3	RATES FOR THIS TIME STEP		L**3/T
-----			-----		
IN:			IN:		
---			---		
STORAGE =	164755.5313		STORAGE =	400.0801	
CONSTANT HEAD =	0.0000		CONSTANT HEAD =	0.0000	
WELLS =	30632.0000		WELLS =	336.0000	
DRAINS =	0.0000		DRAINS =	0.0000	
RIVER LEAKAGE =	12430078.0000		RIVER LEAKAGE =	138152.4063	
HEAD DEP BOUNDS =	0.0000		HEAD DEP BOUNDS =	0.0000	
RECHARGE =	32850.0000		RECHARGE =	328.5000	
TOTAL IN =		12658316.0000	TOTAL IN =		139216.9844
OUT:			OUT:		
----			----		
STORAGE =	0.0000		STORAGE =	0.0000	
CONSTANT HEAD =	0.0000		CONSTANT HEAD =	0.0000	
WELLS =	2880000.0000		WELLS =	32000.0000	
DRAINS =	33968.5586		DRAINS =	237.2805	
RIVER LEAKAGE =	0.0000		RIVER LEAKAGE =	0.0000	
HEAD DEP BOUNDS =	9742519.0000		HEAD DEP BOUNDS =	106958.7500	
RECHARGE =	0.0000		RECHARGE =	0.0000	
TOTAL OUT =		12656488.0000	TOTAL OUT =		139196.0313
IN - OUT =		1828.0000	IN - OUT =		20.9531
CENT DISCREPANCY =		0.01	PERCENT DISCREPANCY =		0.02

VOLUMETRIC BUDGET FOR ENTIRE MODEL AT END OF TIME STEP 1 IN STRESS PERIOD 1

CUMULATIVE VOLUMES		L**3	RATES FOR THIS TIME STEP		L**3/T
-----			-----		
IN:			IN:		
---			---		
STORAGE =	0.0000		STORAGE =	0.0000	
CONSTANT HEAD =	0.0000		CONSTANT HEAD =	0.0000	
WELLS =	392.0000		WELLS =	392.0000	
DRAINS =	0.0000		DRAINS =	0.0000	
RIVER LEAKAGE =	105572.5391		RIVER LEAKAGE =	105572.5391	
HEAD DEP BOUNDS =	0.0000		HEAD DEP BOUNDS =	0.0000	
RECHARGE =	3285.0000		RECHARGE =	3285.0000	
TOTAL IN =		109249.5391	TOTAL IN =		109249.5391
OUT:			OUT:		
----			----		
STORAGE =	0.0000		STORAGE =	0.0000	
CONSTANT HEAD =	0.0000		CONSTANT HEAD =	0.0000	
WELLS =	0.0000		WELLS =	0.0000	
DRAINS =	954.9123		DRAINS =	954.9123	
RIVER LEAKAGE =	0.0000		RIVER LEAKAGE =	0.0000	
HEAD DEP BOUNDS =	108341.4531		HEAD DEP BOUNDS =	108341.4531	
RECHARGE =	0.0000		RECHARGE =	0.0000	
TOTAL OUT =		109296.3672	TOTAL OUT =		109296.3672
IN - OUT =		-46.8281	IN - OUT =		-46.8281
PERCENT DISCREPANCY =		-0.04	PERCENT DISCREPANCY =		-0.04

Visualizziamo il budget alla fine dello SP2

Cerca VOLUMETRIC BUDGET FOR
ENTIRE MODEL AT END OF TIME STEP 6
IN STRESS PERIOD 2



Analisi e visualizzazione dei risultati/2

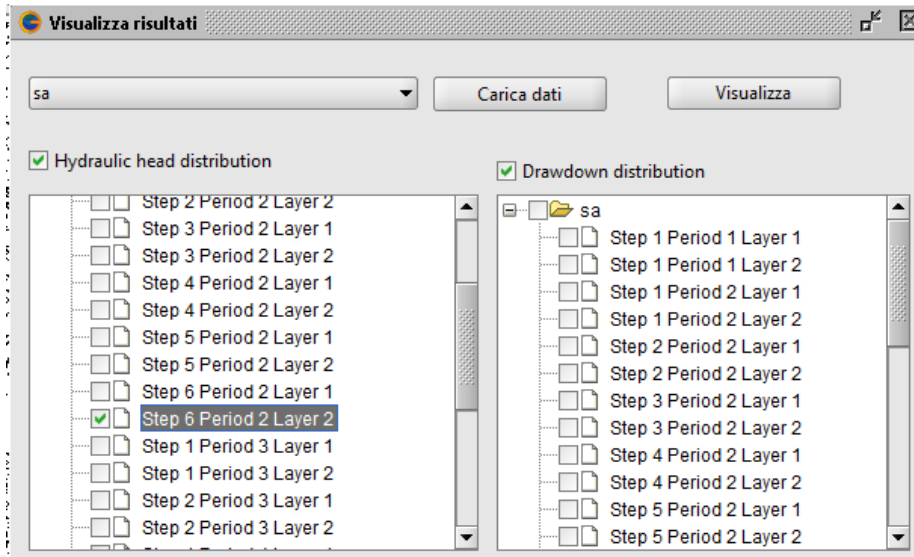
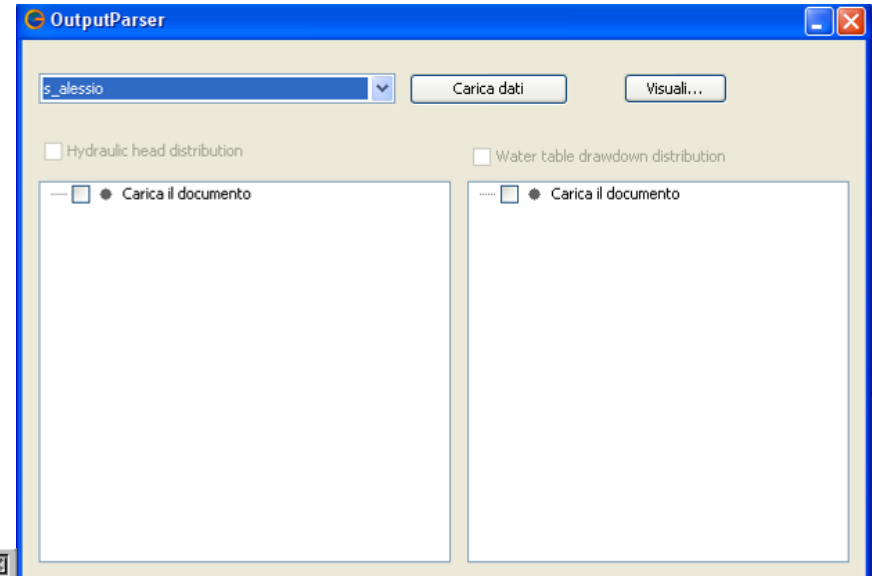
• Da **SG Configure >>**

Strumenti >>

Visualizza risultati

• **Carica dati**= permette di caricare i risultati della simulazione -una volta caricati, i file dei risultati che vogliamo visualizzare dovranno essere selezionati

• **Visualizza risultati**= importa i risultati selezionati nella **Vista**

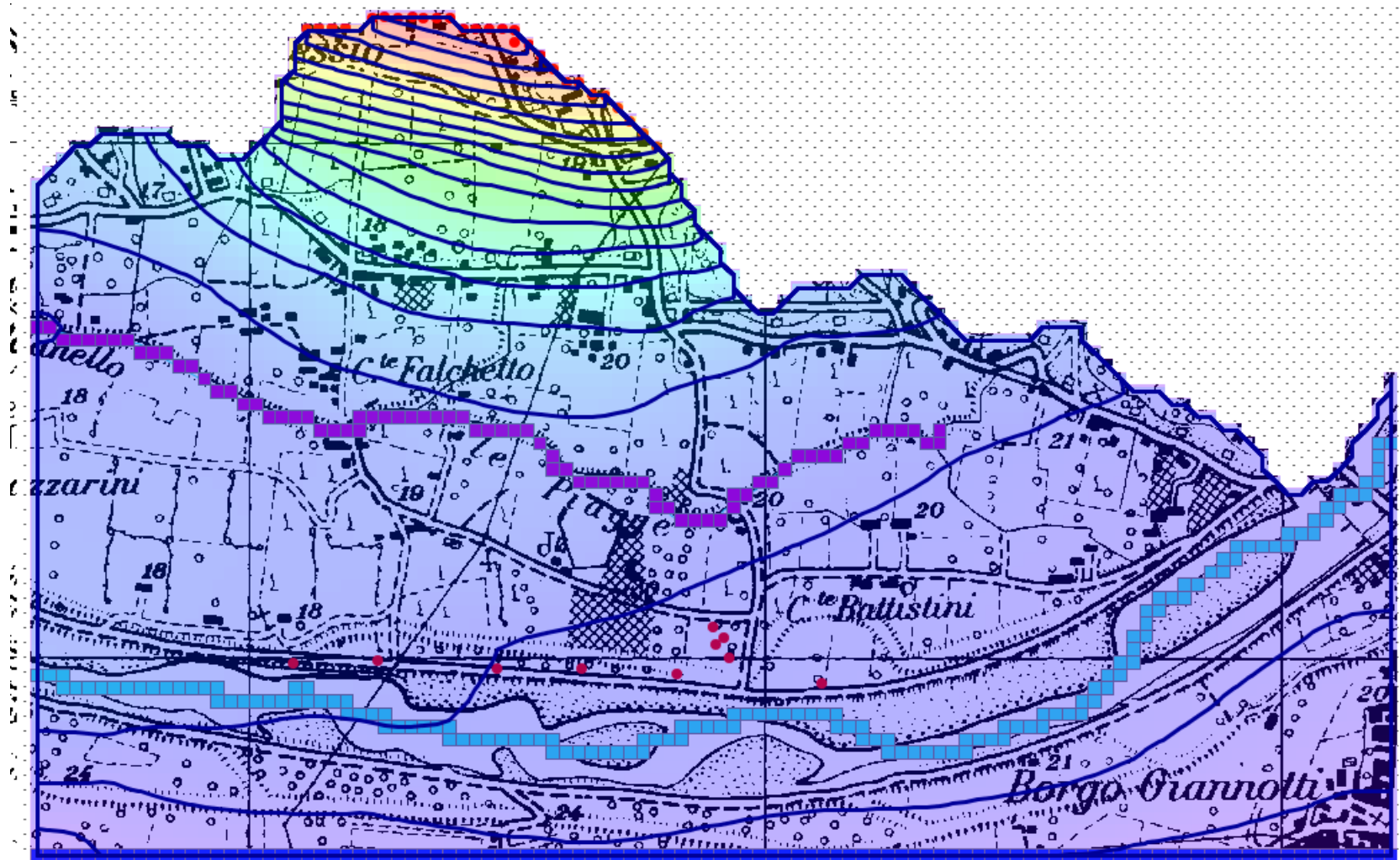


*Importiamo la distribuzione del carico idraulico nel **layer 2** allo **Step 1 Period 1** e allo **Step 6 Period 2**.*

Utilizzando gli strumenti di analisi di dati raster offerti da gvSIG e da Sextante sarà possibile procedere alla visualizzazione ed redazione di elaborati cartografici come illustrato nelle figure seguenti.

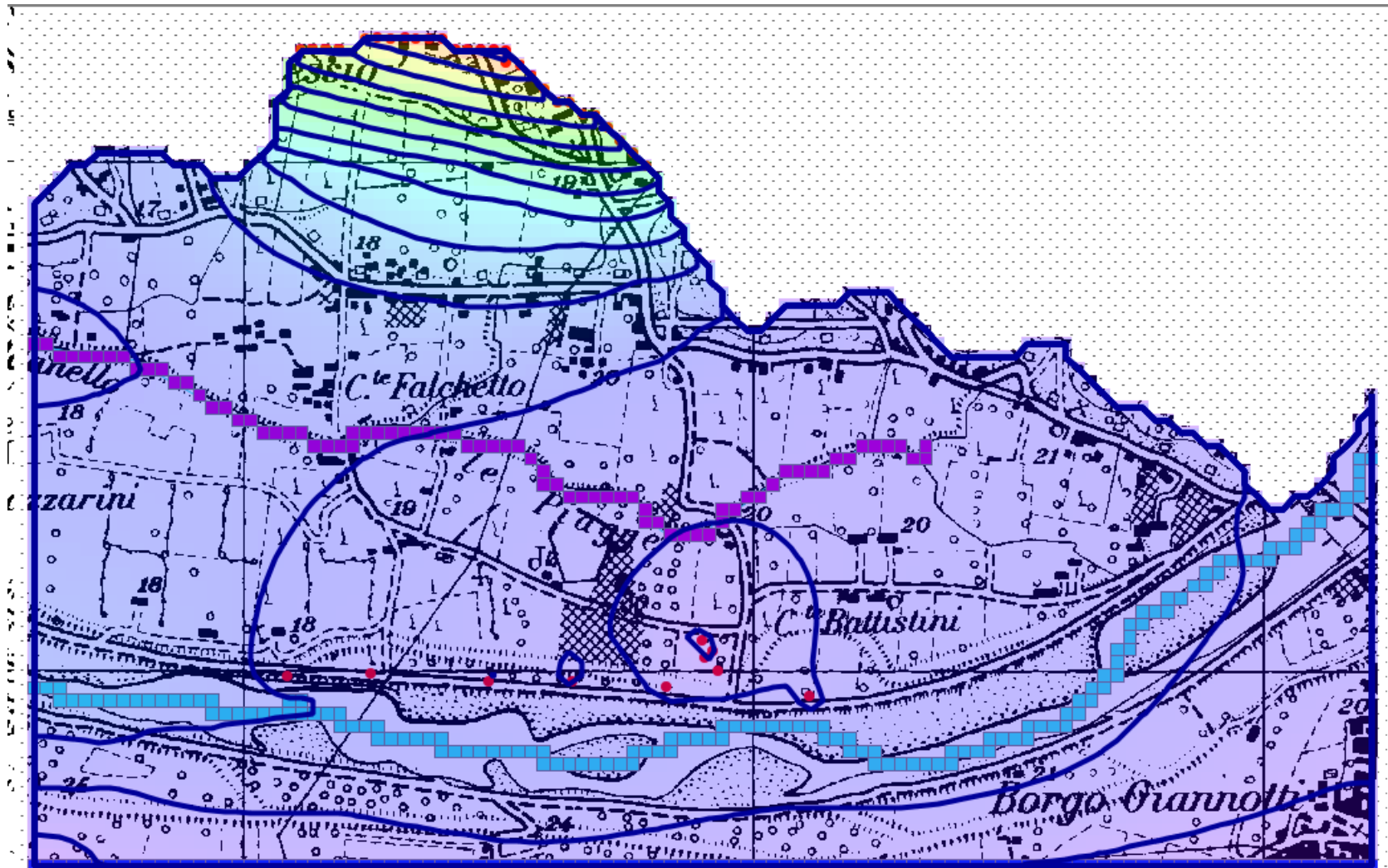
Analisi e visualizzazione dei risultati/3

*Visualizzazione della distribuzione del carico idraulico nel layer 2 allo Step 1 Period 1
(stato stazionario non perturbato dai prelievi)*



Analisi e visualizzazione dei risultati/4

*Visualizzazione della distribuzione del carico idraulico nel layer 2 allo Step 6 Period 2
(stato transitorio perturbato dai prelievi)*



Analisi e visualizzazione dei risultati/5

Abbassamento indotto dai prelievi dopo 90 giorni

(differenza tra Step 1 Period 1 e Step 6 Period 2)

