

*L'approfondimento della conoscenza e lo sviluppo
dell'innovazione per i Servizi di idrologia operativa*

La misura delle grandezze idrologiche e la statistica nell'Idrologia Operativa

PIERLUIGI CLAPS
POLITECNICO DI TORINO

co discussants:
G. MENDUNI
E. CAPORALI
R. DEIDDA
G. GALEATI

Roma 10 Luglio 2015

I dati dei centri funzionali

Portate medie giornaliere

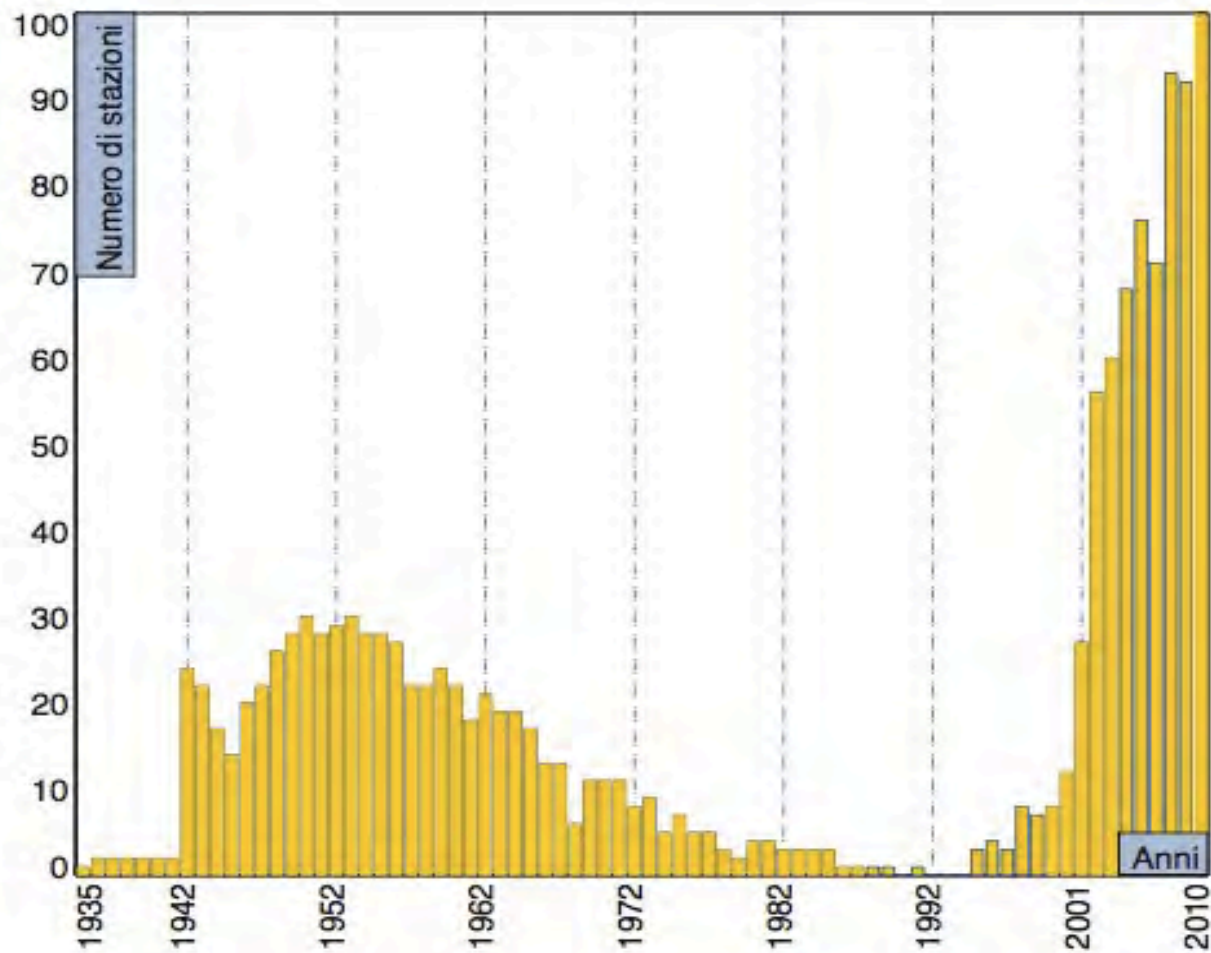
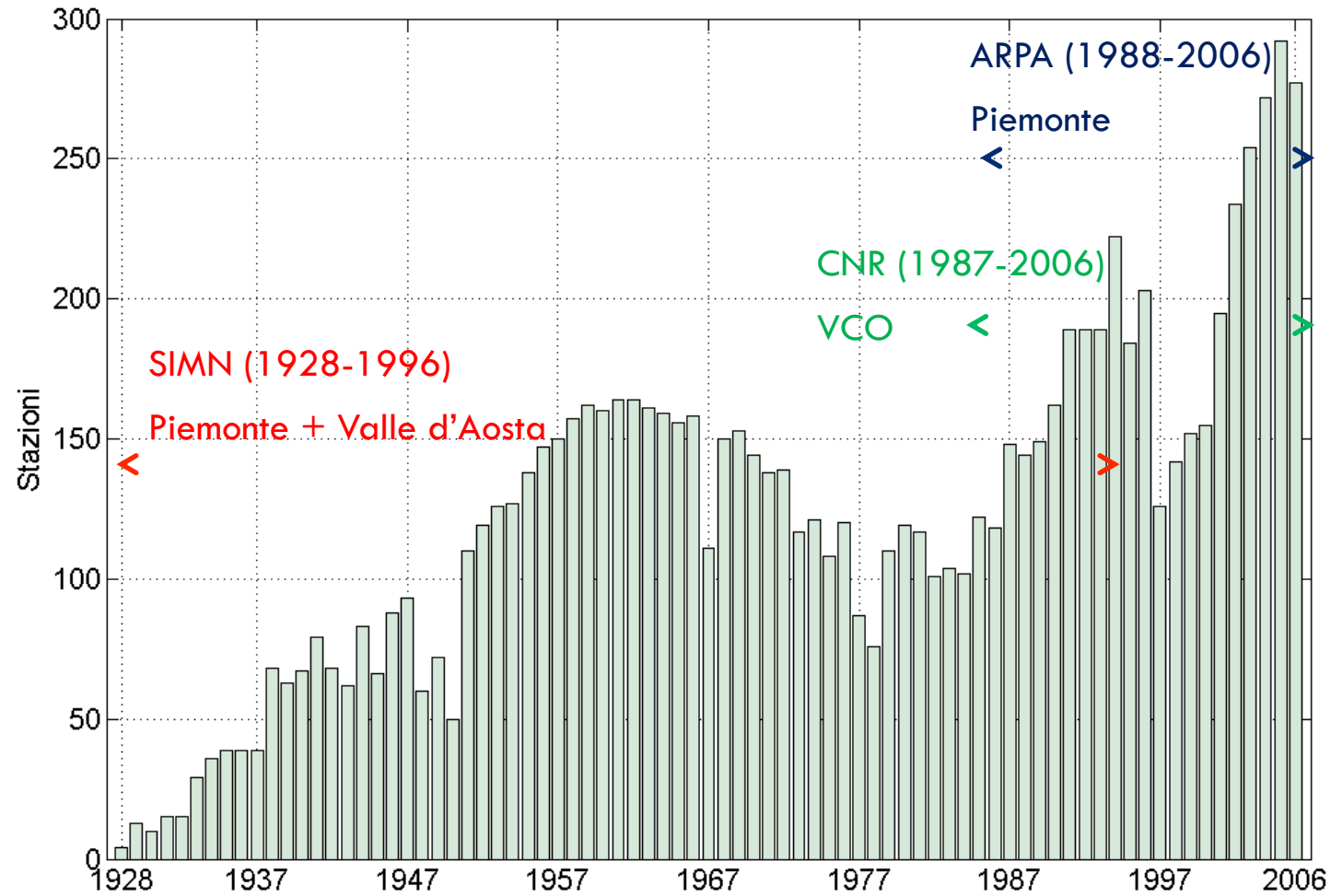
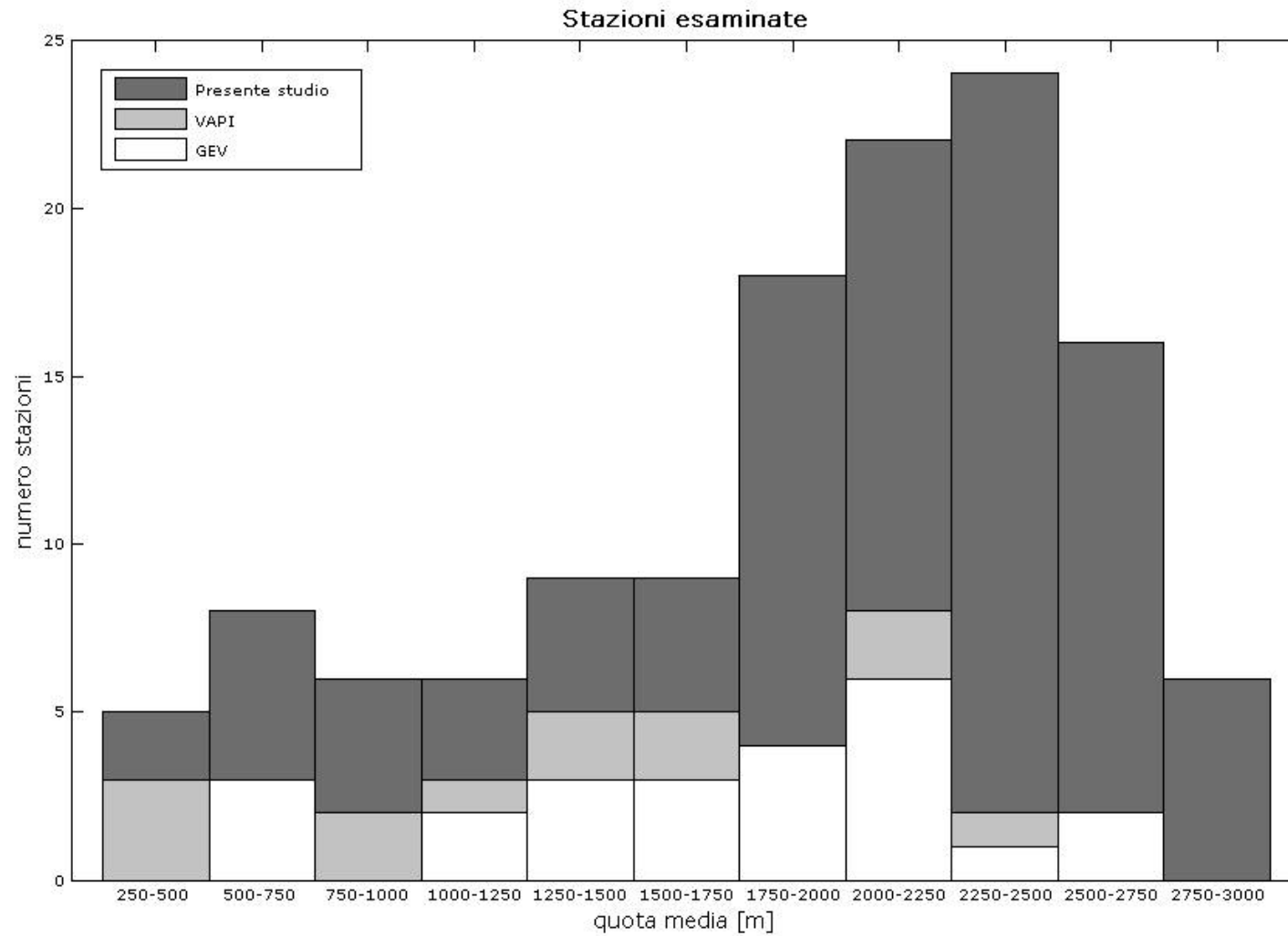


Figura 9: Stazioni disponibili nell'arco di tempo 1935-2010

Estremi Pluviometrici



Estremi idrometrici



Bacini Idrografici

ATLANTE DEI BACINI IMBRIFERI PIEMONTESI

AUTORI

Enrico Gallo
Daniele Ganora
Francesco Laio
Alessandro Masoero
Pierluigi Claps (coordinatore)

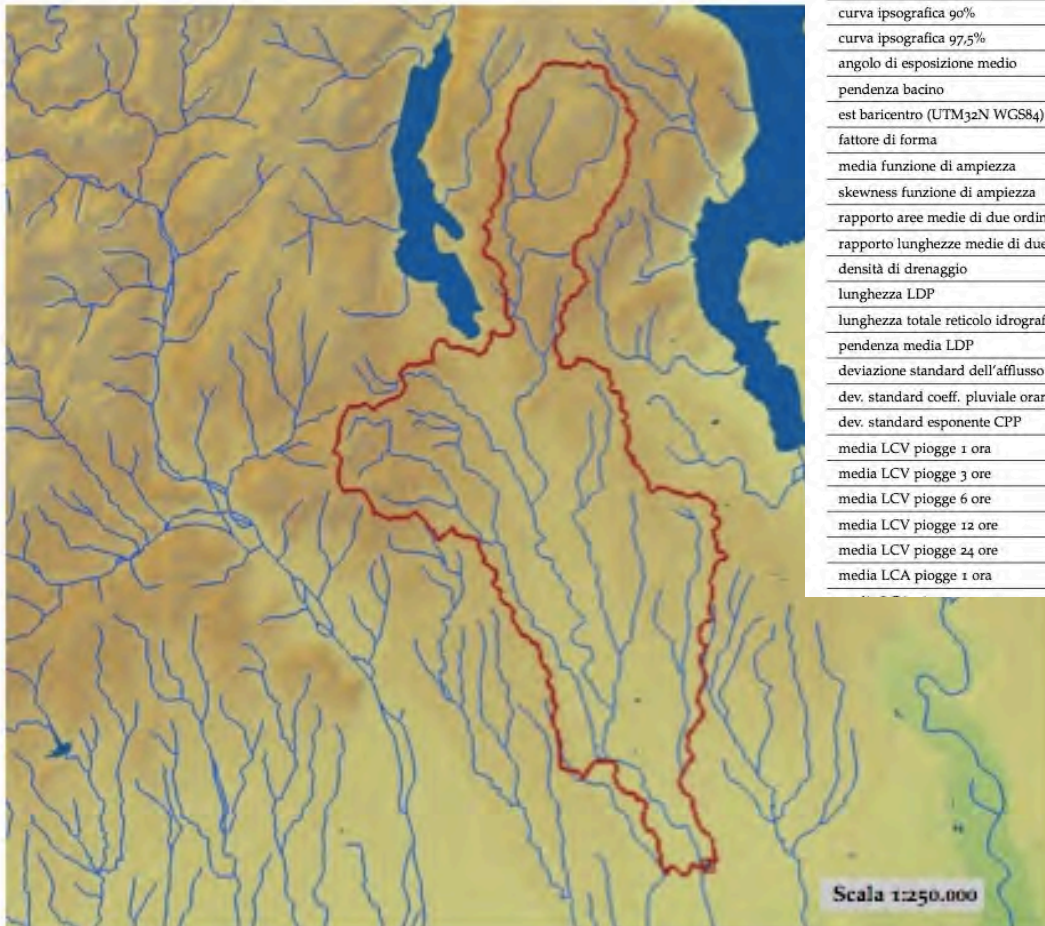


> 200 bacini



Atlante Bacini

Agogna a Momo



quota massima	1167
curva ipsografica 2,5%	916
curva ipsografica 10%	715
curva ipsografica 50%	353
curva ipsografica 90%	252
curva ipsografica 97,5%	221
angolo di esposizione medio	164
pendenza bacino	5.872
est baricentro (UTM32N WGS84)	458750
fattore di forma	0.079
media funzione di ampiezza	24841
skewness funzione di ampiezza	0.211
rapporto aree medie di due ordini adiacenti	5.017
rapporto lunghezze medie di due ordini adiacenti	2.645
densità di drenaggio	0.842
lunghezza LDP	50.833
lunghezza totale reticolo idrografico	172
pendenza media LDP	3
deviazione standard dell'afflusso totale annuo	256
dev. standard coeff. pluviale orario CPP	0.95
dev. standard esponente CPP	0.041
media LCV piogge 1 ora	0.16
media LCV piogge 3 ore	0.151
media LCV piogge 6 ore	0.148
media LCV piogge 12 ore	0.144
media LCV piogge 24 ore	0.145
media LCA piogge 1 ora	0.168

quota minima	204
curva ipsografica 5%	803
curva ipsografica 25%	504
curva ipsografica 75%	293
curva ipsografica 95%	237
distanza interquartile curva ipsografica	211
lunghezza vettore orientamento	17.1
pendenza bacino quadrato equivalente	2.099
nord baricentro (UTM32N WGS84)	5062550
rapporto di allungamento	0.317
varianza funzione di ampiezza	1.33×10^8
kurtosis funzione di ampiezza	2.34
rapporto di biforcazione	4
rapporto pendenze medie di due ordini adiacenti	2.967
diametro topologico	23
lunghezza asta principale	49.16
lunghezza media versanti	623
media dell'afflusso totale annuo	1519
media coeff. pluviale orario CPP	32.617
media esponente CPP	0.376
coeff. di intensità	0.021
dev. standard LCV piogge 1 ora	0.015
dev. standard LCV piogge 3 ore	0.012
dev. standard LCV piogge 6 ore	0.013
dev. standard LCV piogge 12 ore	0.007
dev. standard LCV piogge 24 ore	0.007
dev. standard LCA piogge 1 ora	0.032

> 100 parametri
di bacino

Catalogo Piene



CATALOGO DELLE PORTATE MASSIME ANNUALI AL COLMO DEL BACINO OCCIDENTALE DEL PO



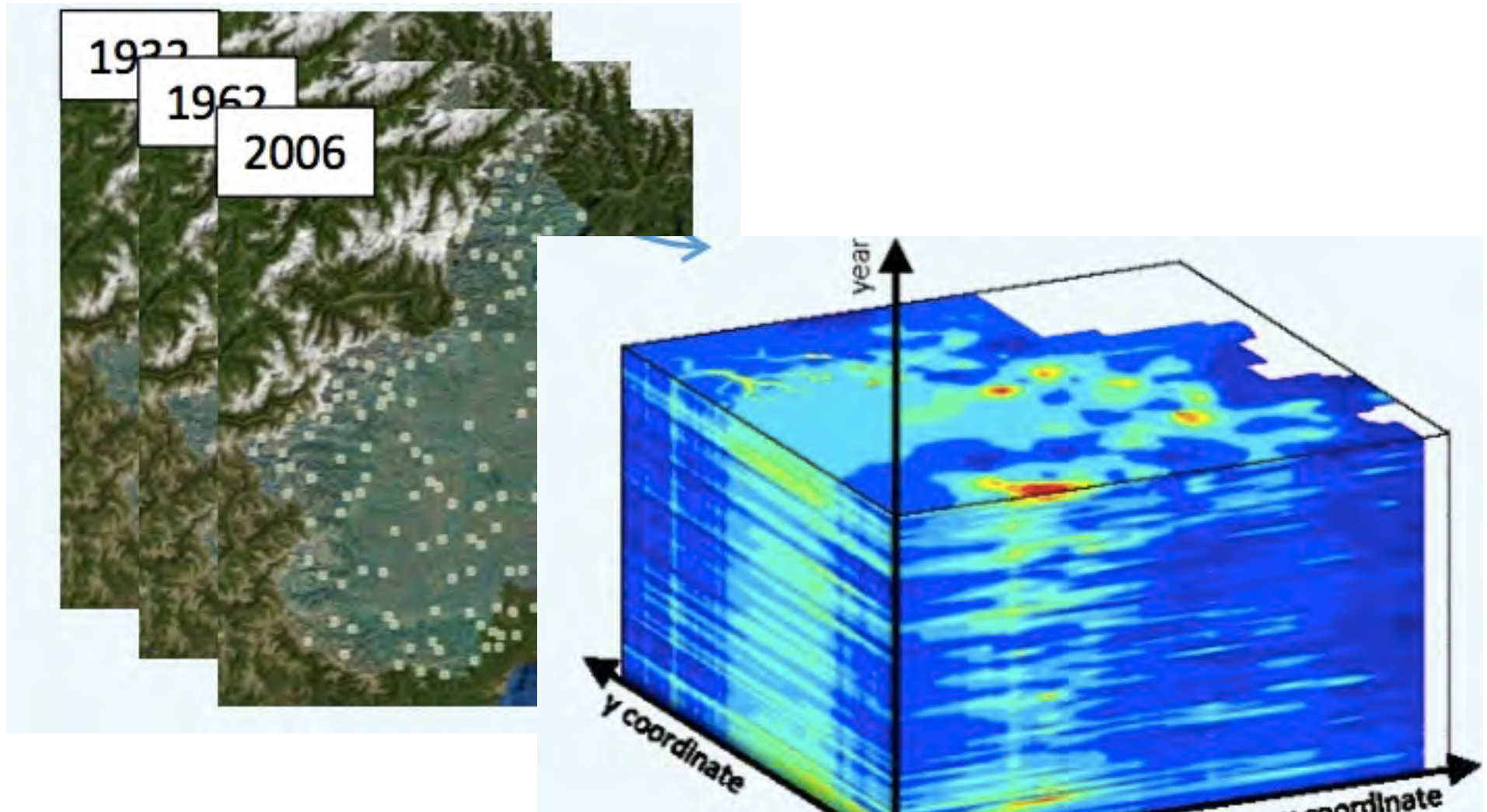
Dora Riparia a Sant'Antonino di Susa								
Anno	Q _{colmo} [m ³ /s]	Q _{giorn} [m ³ /s]	Anno	Q _{colmo} [m ³ /s]	Q _{giorn} [m ³ /s]	Anno	Q _{colmo} [m ³ /s]	Q _{giorn} [m ³ /s]
1921	-	-	1951	146.0	128.0	1981	-	-
2	-	-	2	36.3	35.1	2	-	-
3	-	-	3	139.0	134.0	3	-	-
4	-	-	4	87.5 ⁽⁶⁾	-	4	-	-
1925	-	-	1955	134 ⁽⁶⁾	-	1985	-	-
6	-	-	6	89 ⁽⁶⁾	-	6	-	-
7	62.5	59.0 ⁽²⁾	7	200.0 ⁽¹⁾	-	7	60 ⁽⁷⁾	42.3 ⁽⁷⁾
8	105.0 ⁽⁴⁾	86.8	8	-	-	8	-	-
9	87.1	65.2	9	-	-	9	-	-
1930	111.0	100.0	1960	-	-	1990	45.0 ⁽⁷⁾	39.5 ⁽⁷⁾
1	40.4	36.8	1	-	-	1	45.6 ⁽⁷⁾	40.6 ⁽⁷⁾
2	50.5	50.5	2	-	-	2	108.0 ⁽⁷⁾	58.0 ⁽⁷⁾
3	71.9	66.0	3	-	-	3	155.0 ⁽⁷⁾	95.9 ⁽⁷⁾
4	112.0	107.8	4	-	-	4	117.0 ⁽⁷⁾	88.7 ⁽⁷⁾
1935	65.8	60.1	1965	-	-	1995	-	45.5 ⁽⁷⁾
6	152.0 ⁽⁵⁾	114.4	6	-	-	6	-	-
7	167.0	147.6	7	-	-	7	-	-
8	72.3	61.1	8	-	-	8	-	-
9	70.7	70.7	9	-	-	9	-	-
1940	86.4	74.3	1970	-	-	2000	-	-
1	91.2	89.3	1	-	-	1	-	-
2	56.9	52.4	2	-	-	2	-	-
3	45 ⁽²⁾	40.5	3	-	-	3	-	-
4	69.1	49.8	4	-	-	4	-	-
1945	154.0	120.0	1975	-	-	2005	-	-
6	86.0	81.0	6	-	-	6	-	-
7	190.0	139.0	7	-	-	7	-	-
8	138.0	128.0	8	-	-	8	-	-
9	144.0	133.0	9	-	-	9	-	-
1950	50.8	37.8	1980	-	-	2010	-	-

Note: ⁽¹⁾ Dato Sezione F del 1957.
⁽²⁾ Dato Pubblicazione 17. Sull'Annale non è riportato alcun valore di portata massima giornaliera.
⁽³⁾ La Pubblicazione 17 indica una portata al colmo di 31.3 m³/s, che sarebbe inferiore alla portata giornaliera. In questo caso si è ricostruita la portata tramite una scala di deflusso di piena.
⁽⁴⁾ L'Annale del 1928 indica come record breaking 91.3 m³/s.
⁽⁵⁾ Valore anomalo corretto tramite l'uso di una scala di deflusso di piena.
⁽⁶⁾ Portata ricostruita mediante una scala di deflusso di piena.
⁽⁷⁾ Dato da stazione idrometrografica gestita da ENEL coincidente o prossima alla sezione SIMN.

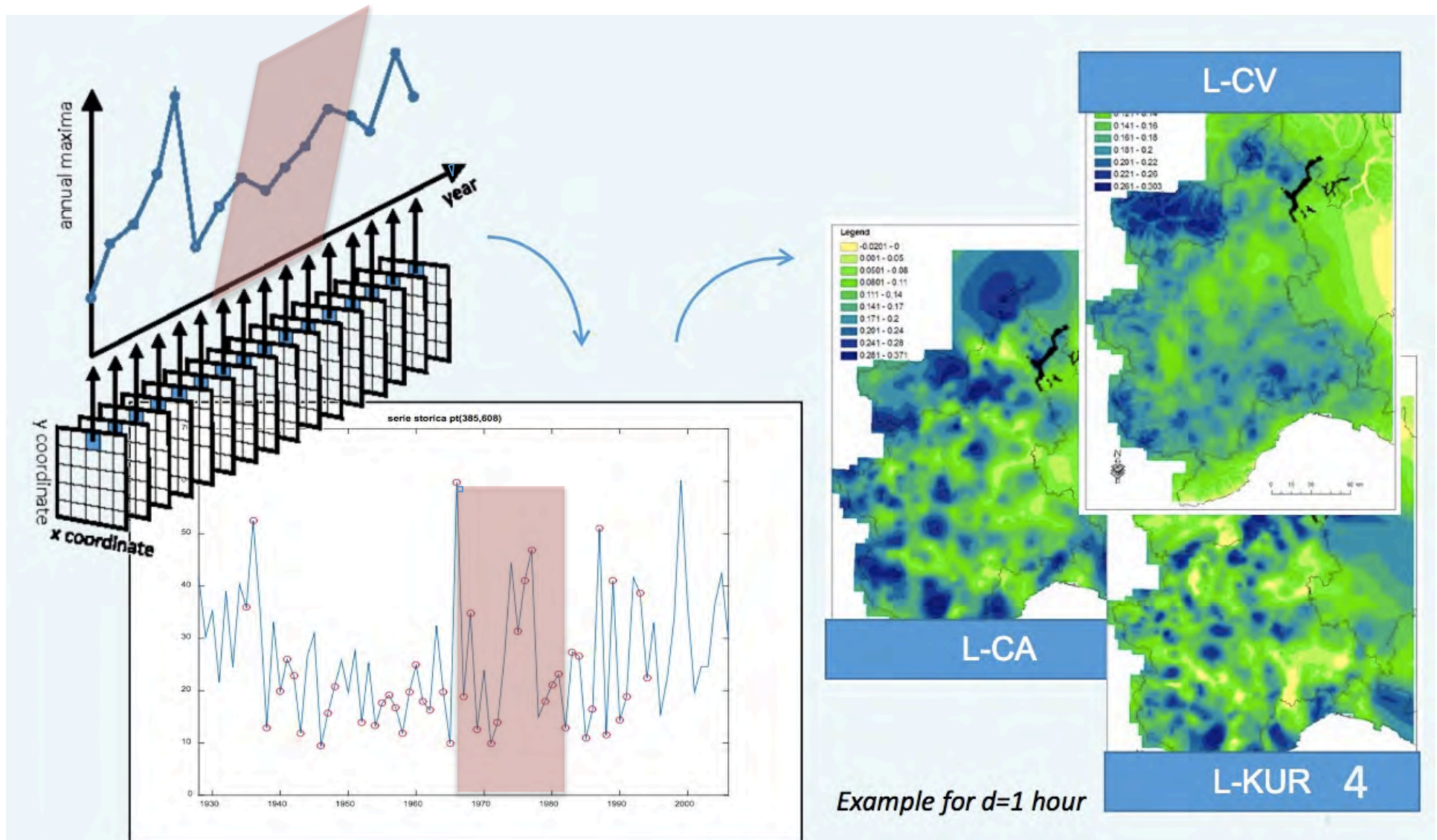
<http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-anno-2012/catalogoflorabassa.pdf>

I metodi ed i prodotti

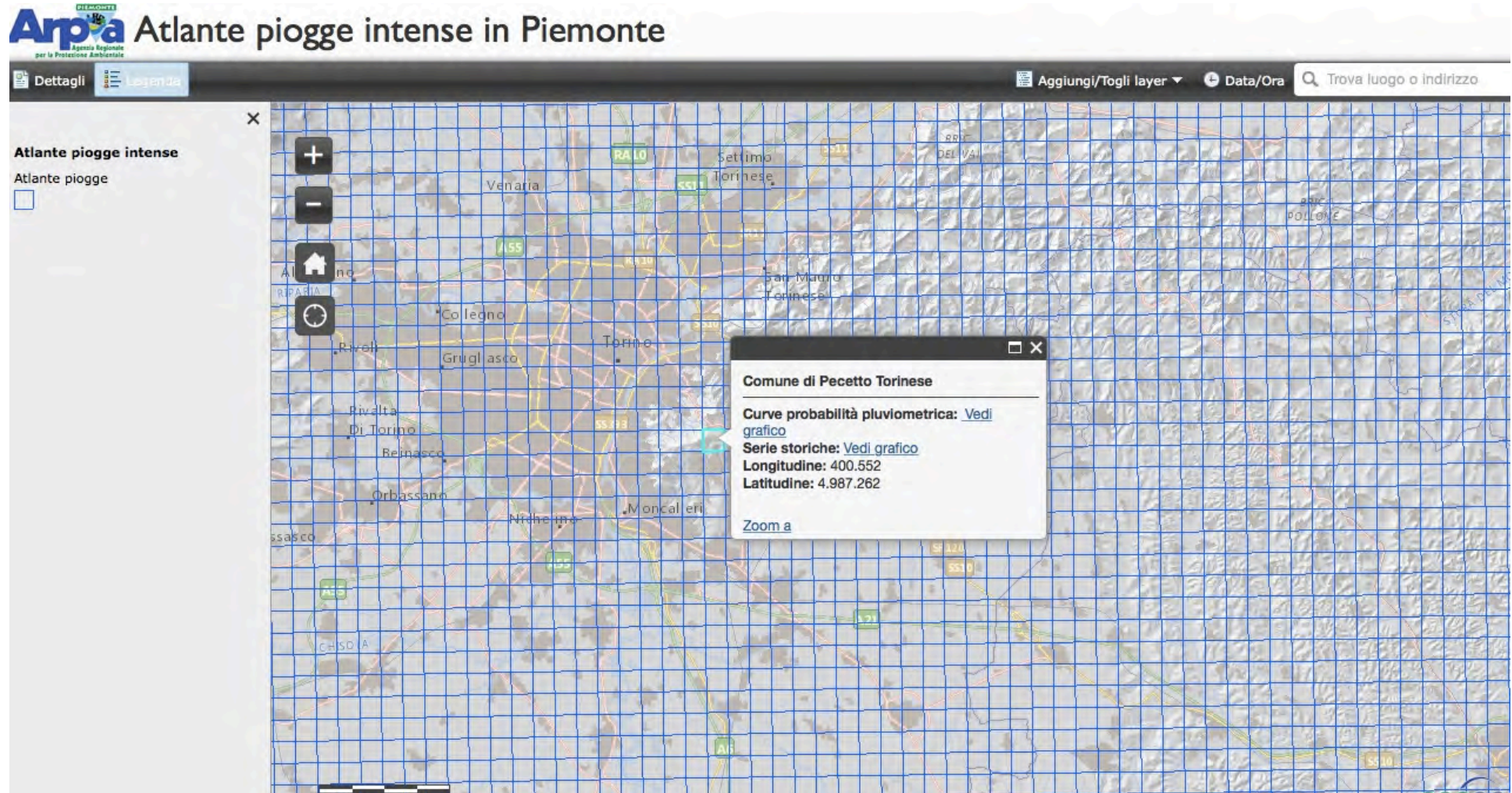
Piogge estreme



Serie ricostruite piogge estreme



Prodotti dei Centri Funzionali



Elaborazioni estremi pioggia

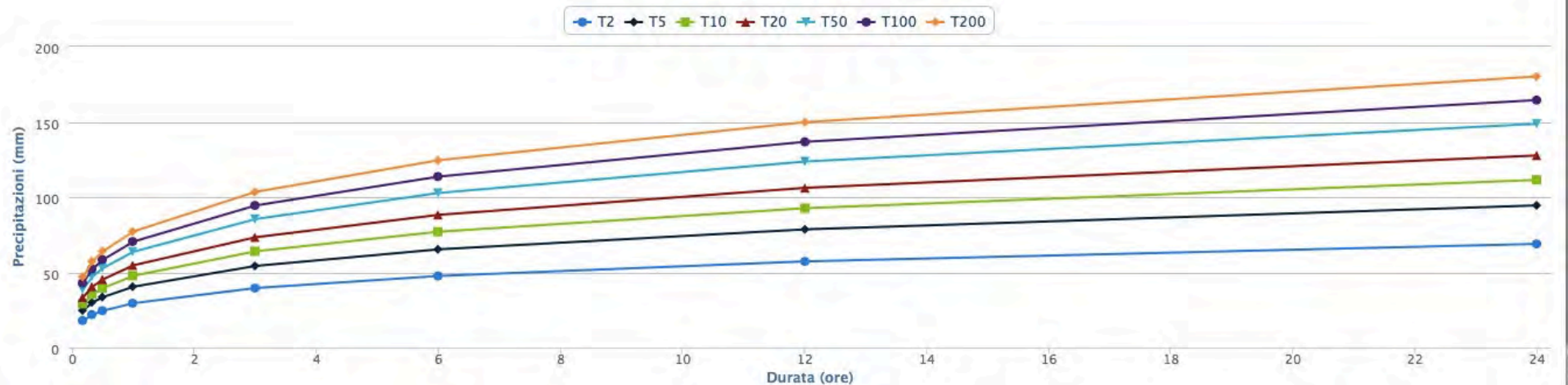
ante delle piogge intense | ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore

Comune di Pecetto Torinese (latitudine: 4987262 , longitudine: 400552)

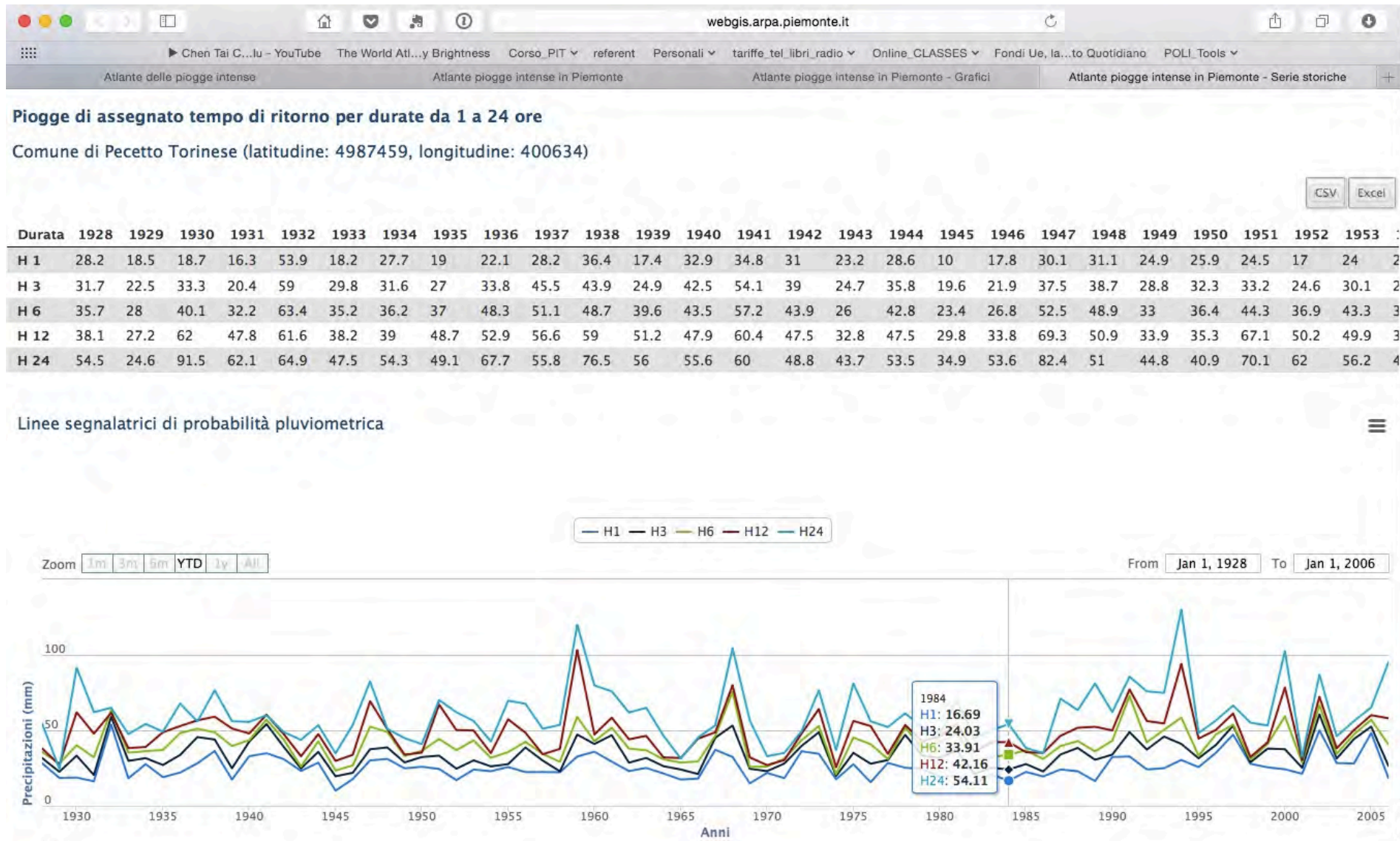
CSV Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni							
	2	5	10	20	50	100	200	
10 minuti	18	24.7	29.1	33.4	38.9	43	47.1	
20 minuti	21.9	30.1	35.4	40.6	47.3	52.3	57.3	
30 minuti	24.5	33.6	39.6	45.4	52.9	58.5	64.1	
1 ora	29.5	40.5	47.7	54.7	63.7	70.5	77.2	
3 ore	39.6	54.3	64	73.3	85.4	94.5	103.5	
6 ore	47.6	65.3	77	88.2	102.8	113.6	124.5	
12 ore	57.3	78.5	92.6	106.1	123.6	136.7	149.8	
24 ore	68.9	94.5	111.4	127.7	148.7	164.5	180.2	

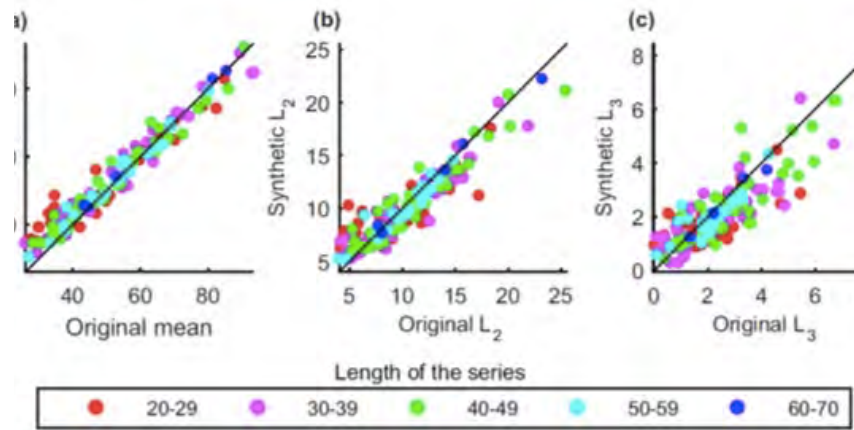
Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



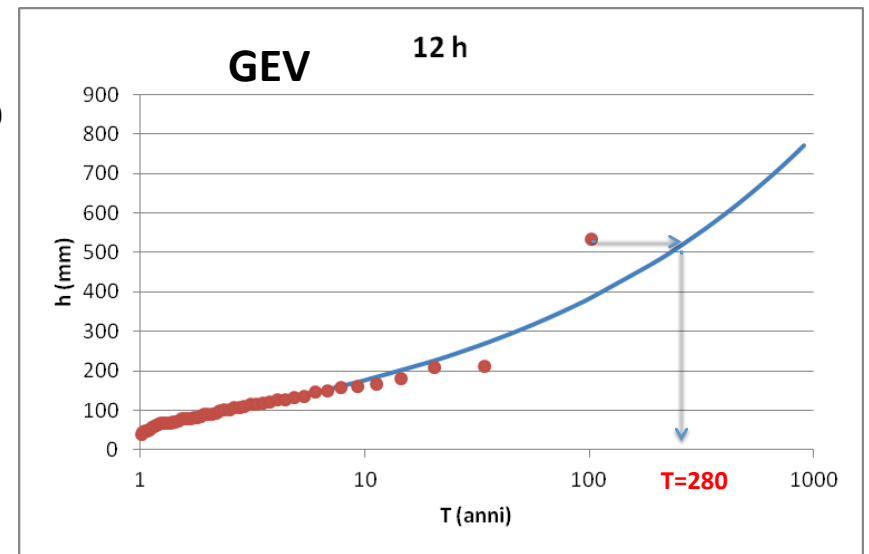
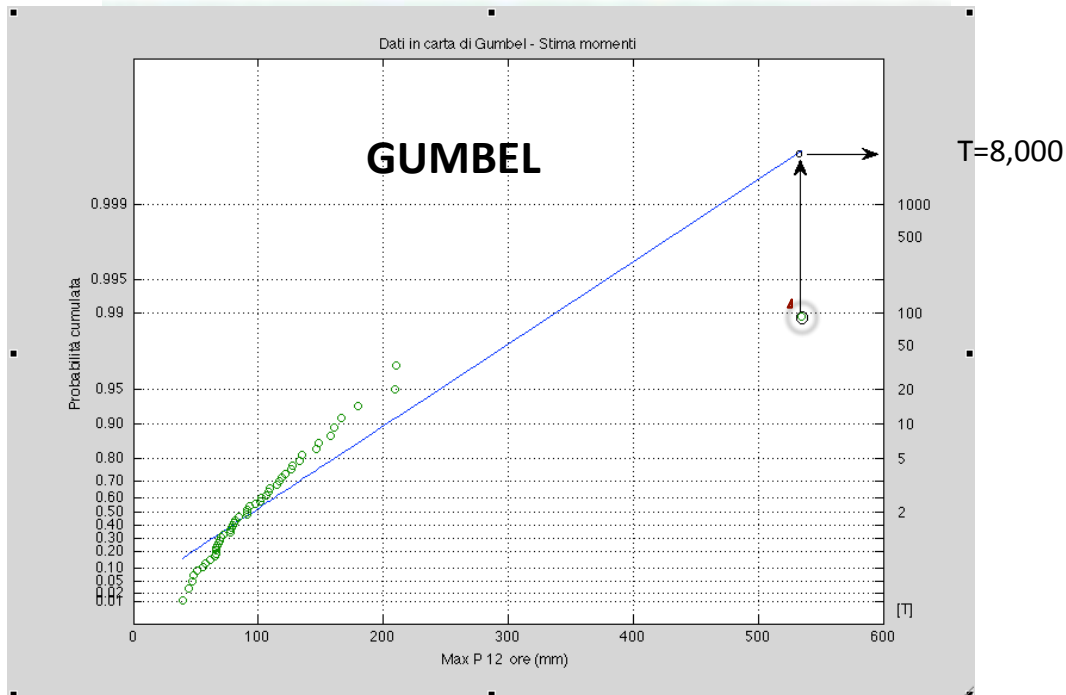
Elaborazioni estremi pioggia



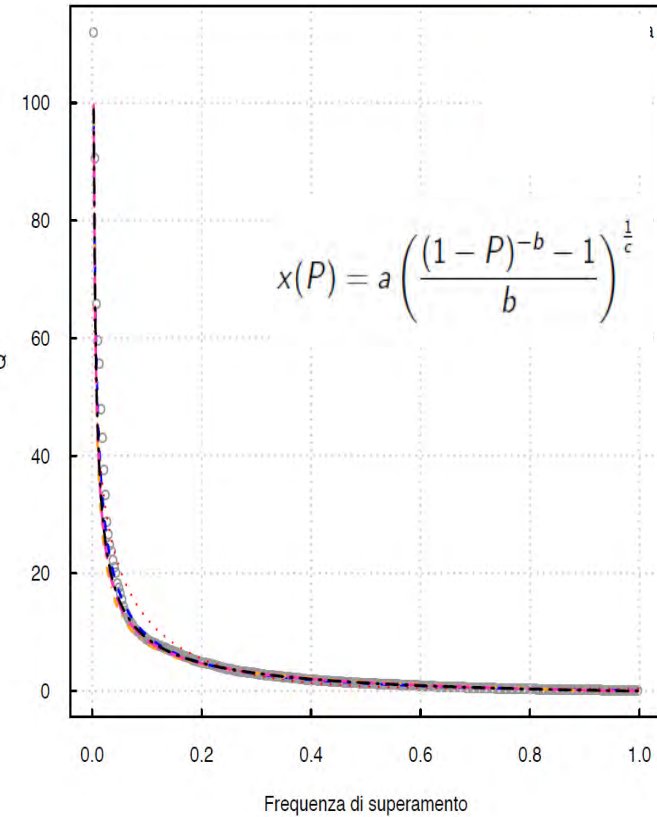
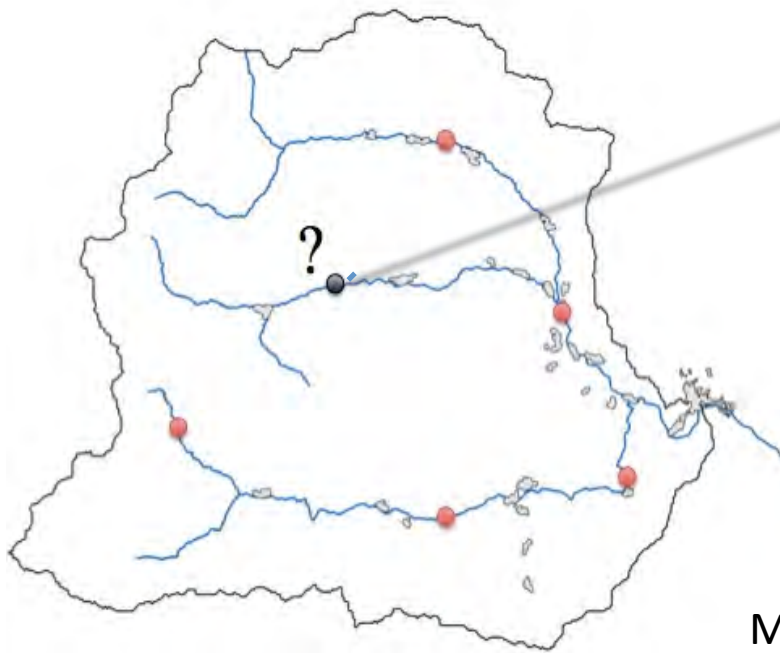
Controllo e validazione



SCelta DELLA DISTRIBUZIONE



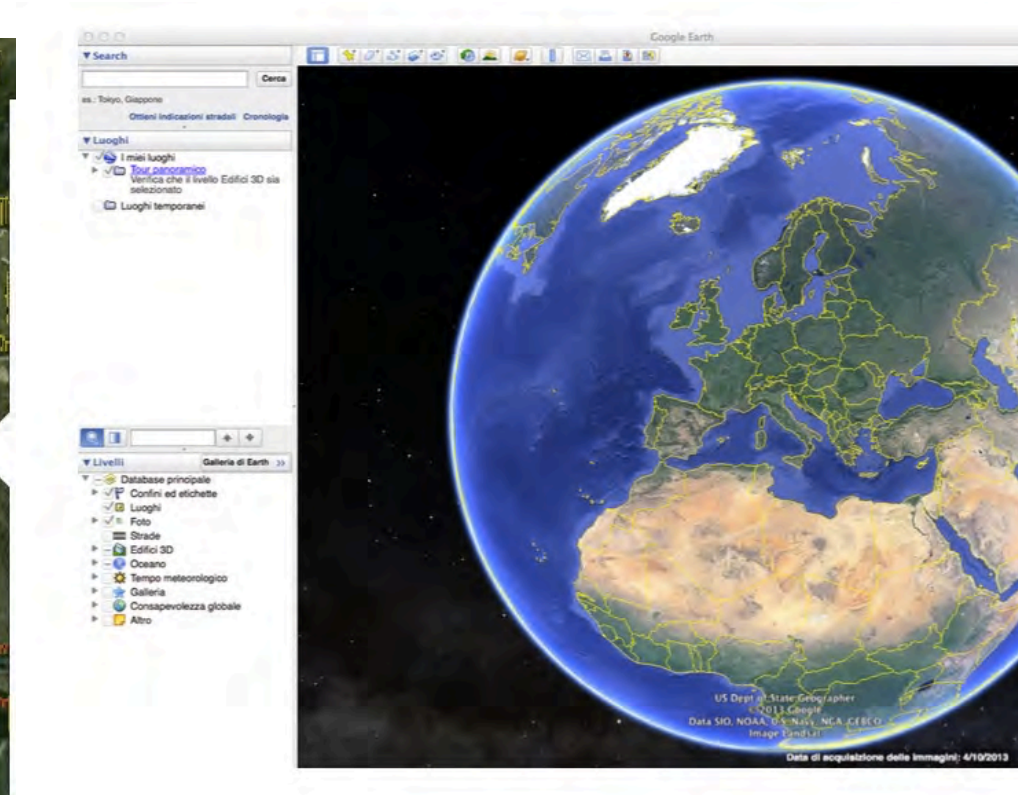
Metodi e Prodotti: Curve di Durata



Metodo Renerfor (kernel SSEM, Ganora et al, 2014)

CDD. Rappresentazione User-Friendly

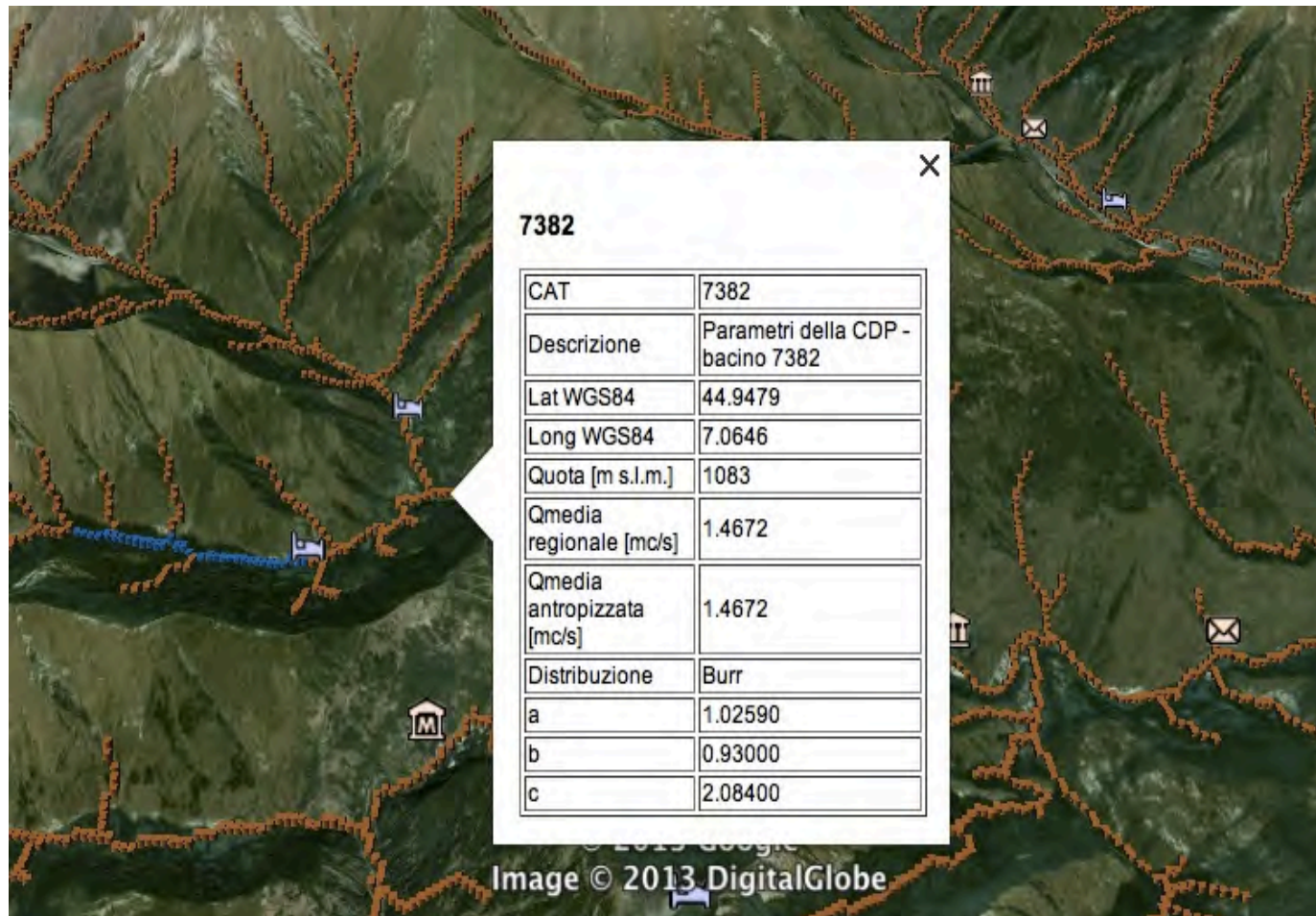
Google Earth



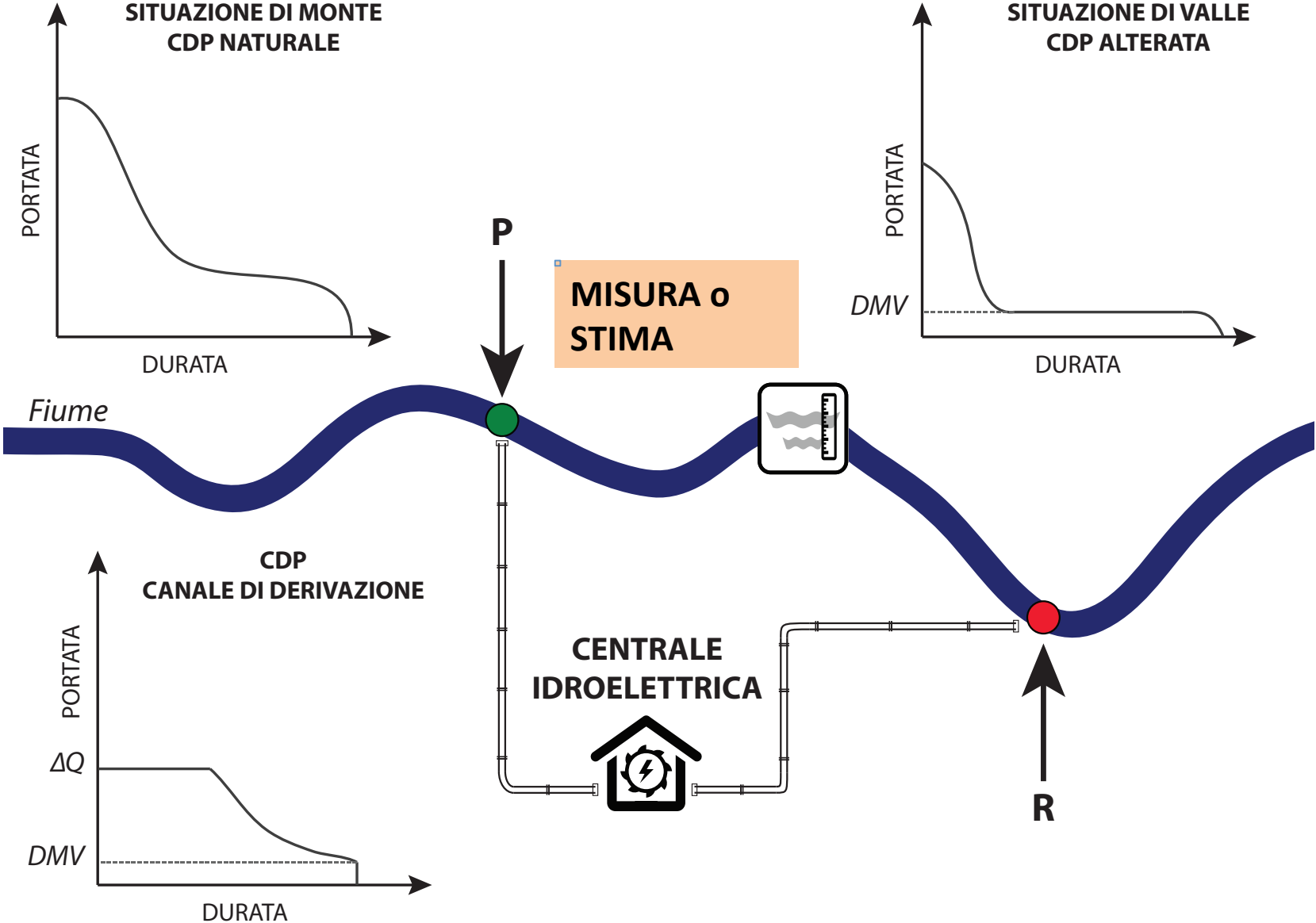
© 2013 Google
Image © 2013 DigitalGlobe

CDD. Rappresentazione User-Friendly

Parametri della curva di durata distribuiti sul reticolo



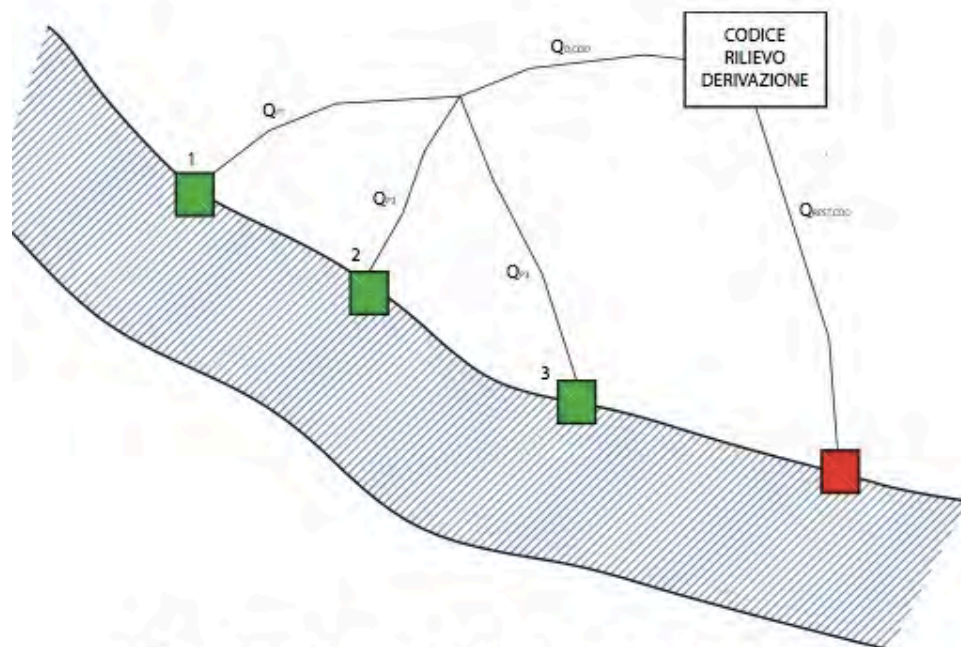
LE 'ALTERAZIONI ANTROPICHE'



Effetto delle derivazioni

Occorre calcolare il parametro di squilibrio

$$z = \frac{\Delta Q}{\bar{Q}}$$



- ▶ ΔQ = somma delle portate **massime derivabili** di ogni presa “scompensata”
- ▶ Q_{REG} = portata media annua ottenuta dal modello regionale

Si considerano “scompensate” le prese che non restituiscono prima del punto di calcolo

Fattori di correzione

Correzione Portata Media:

$$Q_{\text{Antro}} = Q_{\text{REG}} \cdot e^{-z}$$

Correzione LCV:

$$LCV_{\text{Antro}} = 2 \cdot LCV \cdot L2[z]$$

Correzione LCA:

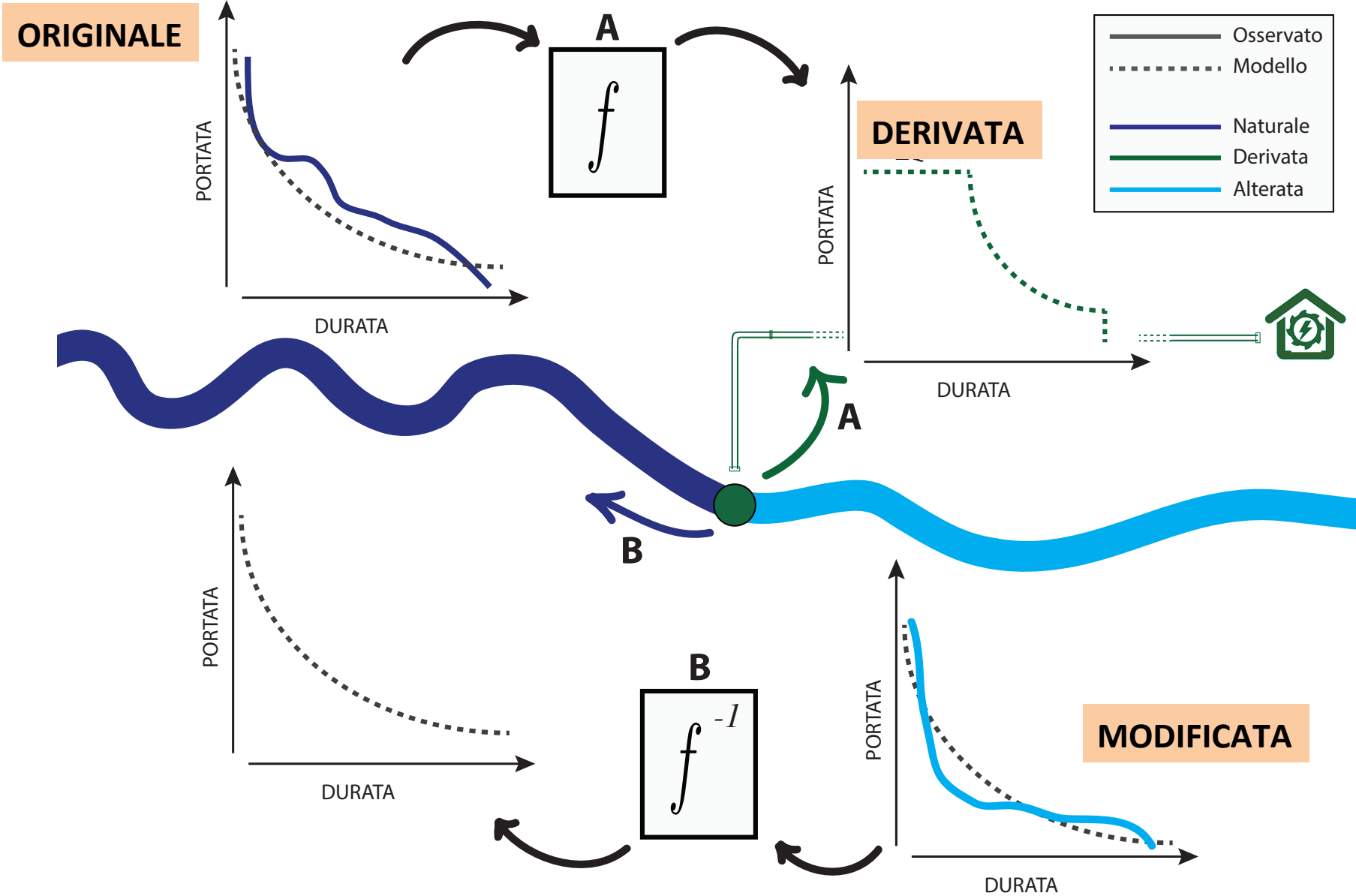
$$LCA_{\text{Antro}} = 3 \cdot LCA \cdot \frac{L3[z]}{L2[z]}$$

dove:

$$L2[z] = 1 - 1/2 \cdot e^{-z}$$

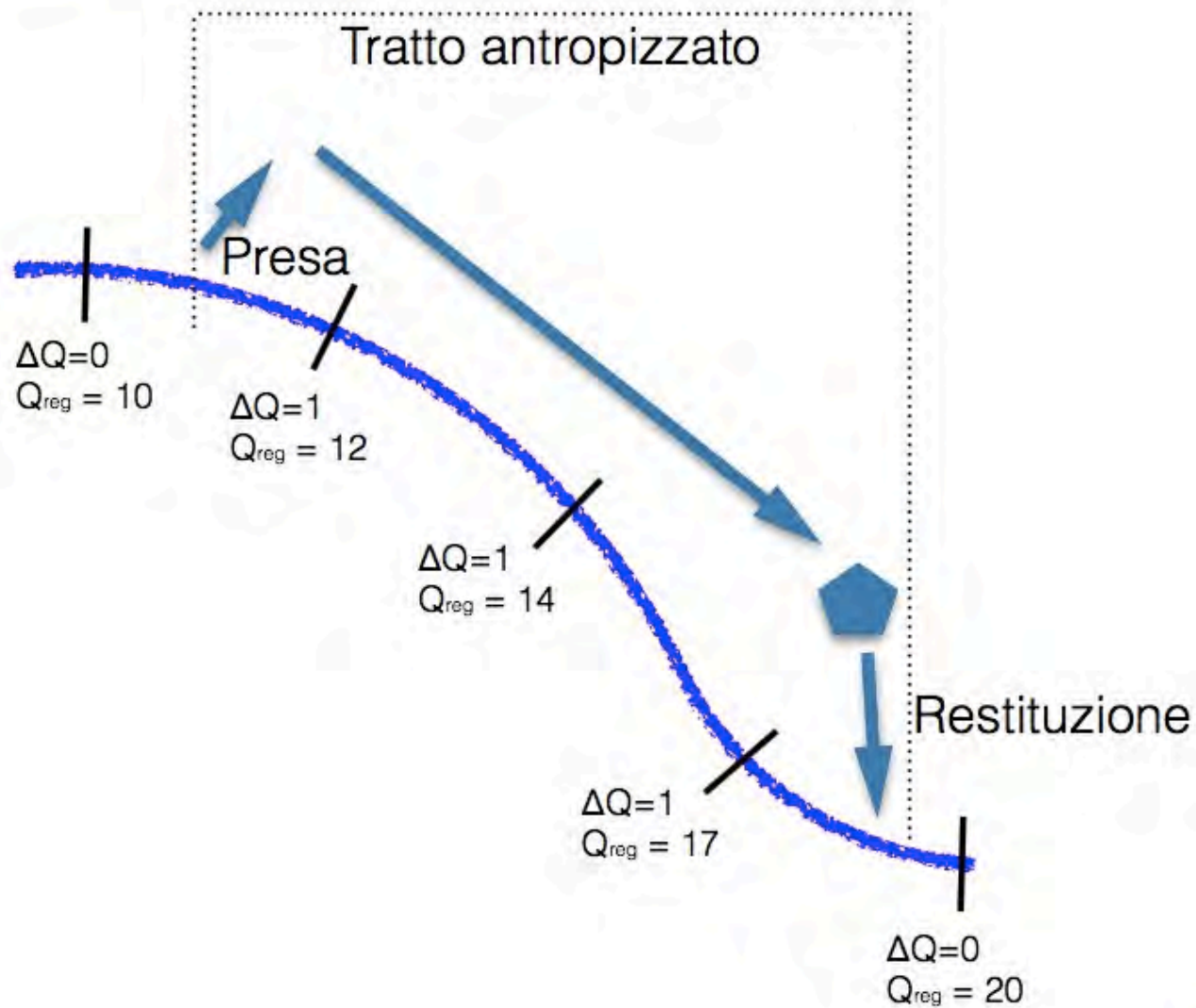
$$L3[z] = 1/6 \cdot (4 - 9e^z + 6e^{2z})$$

I valori di portata media, L-CV e L-CA corretti per gli effetti antropici (pedice "Antro") vengono utilizzati al posto dei valori originali nel calcolo dei parametri della distribuzione



Effetto delle derivazioni

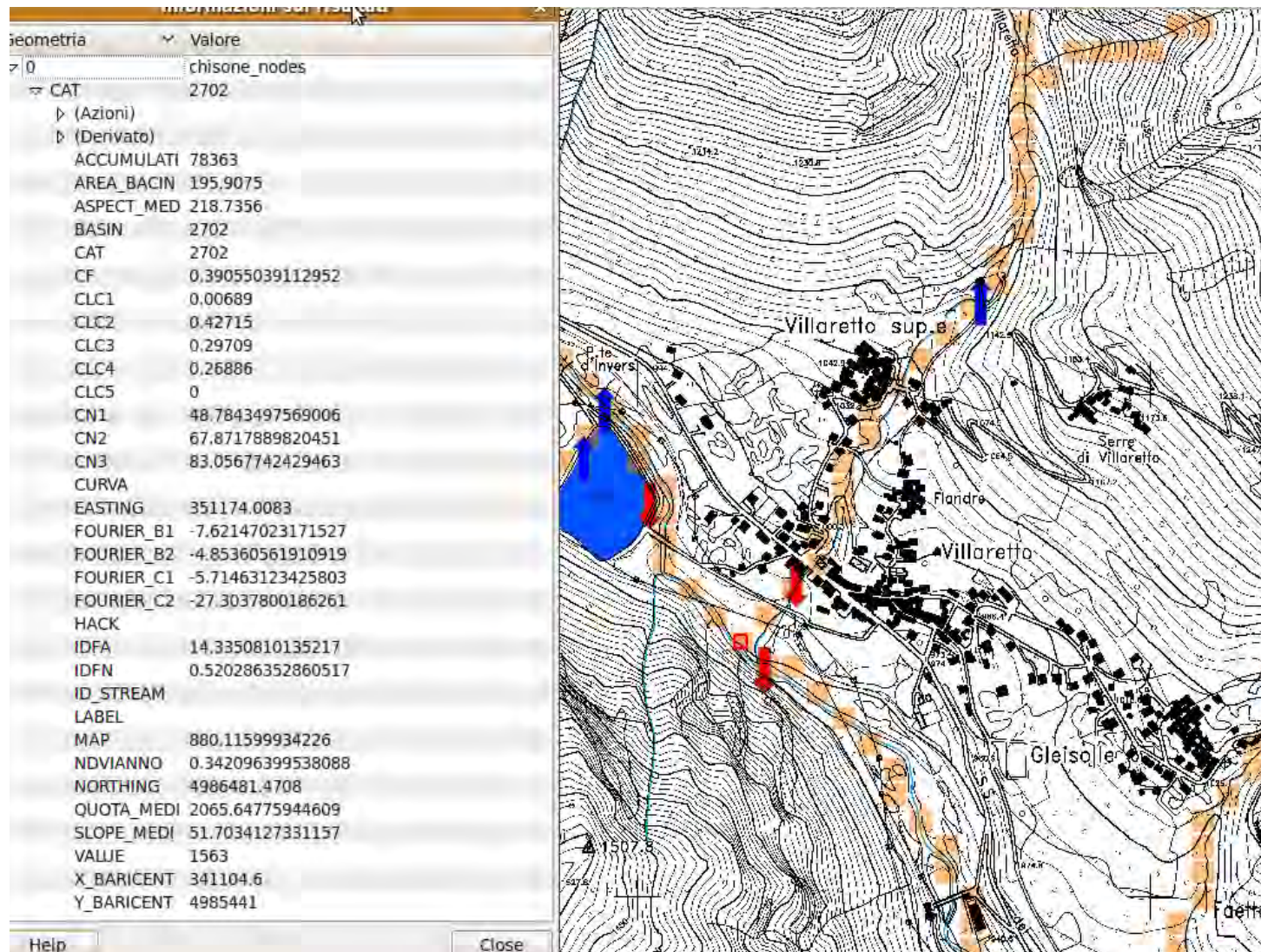
“Propagazione” dell’effetto del prelievo



Visualizzazione di dettaglio

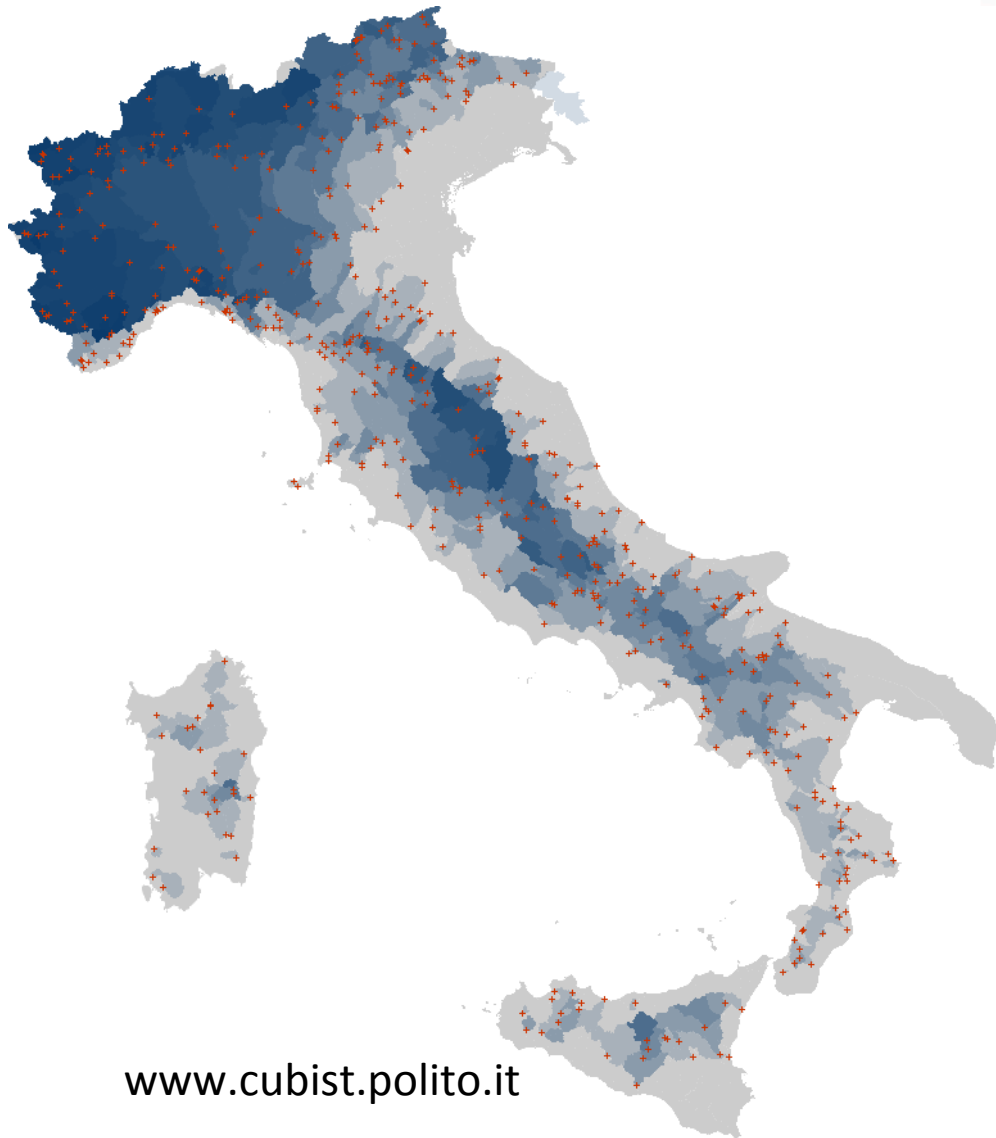


Visualizzazione di dettaglio

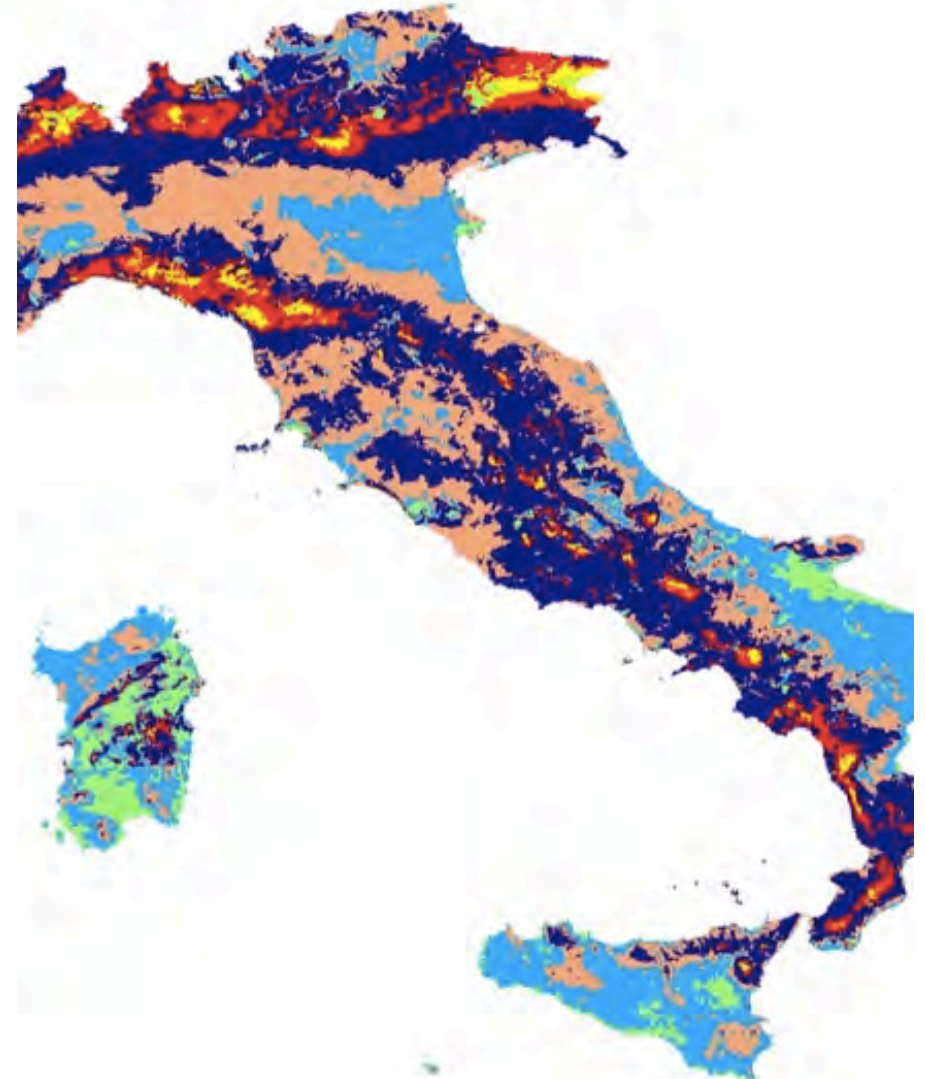


La scala

Verso il bilancio Idrico Nazionale?



www.cubist.polito.it



Laguardia 2011 Int.J. Climatol.