

Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich

<https://mog.labcd.unipi.it/>
paolo.mogorovich@gmail.com



Morfologia

Rappresentazione della Forma del Terreno

La terza dimensione si può esprimere:

- Con curve isovalore (isoipse)
- Con rilevazioni puntuali mirate (punti quotati)
- Con una funzione $z = f(x,y)$
- Con aree isovalore

e infine

- Con un modello raster

Un'immagine fisica: il caso delle quote

	26	31	32	29	30	
	26	27	29	30	31	
	25	27	28	31	29	
	24	25	27	29	28	
	27	25	25	24	21	

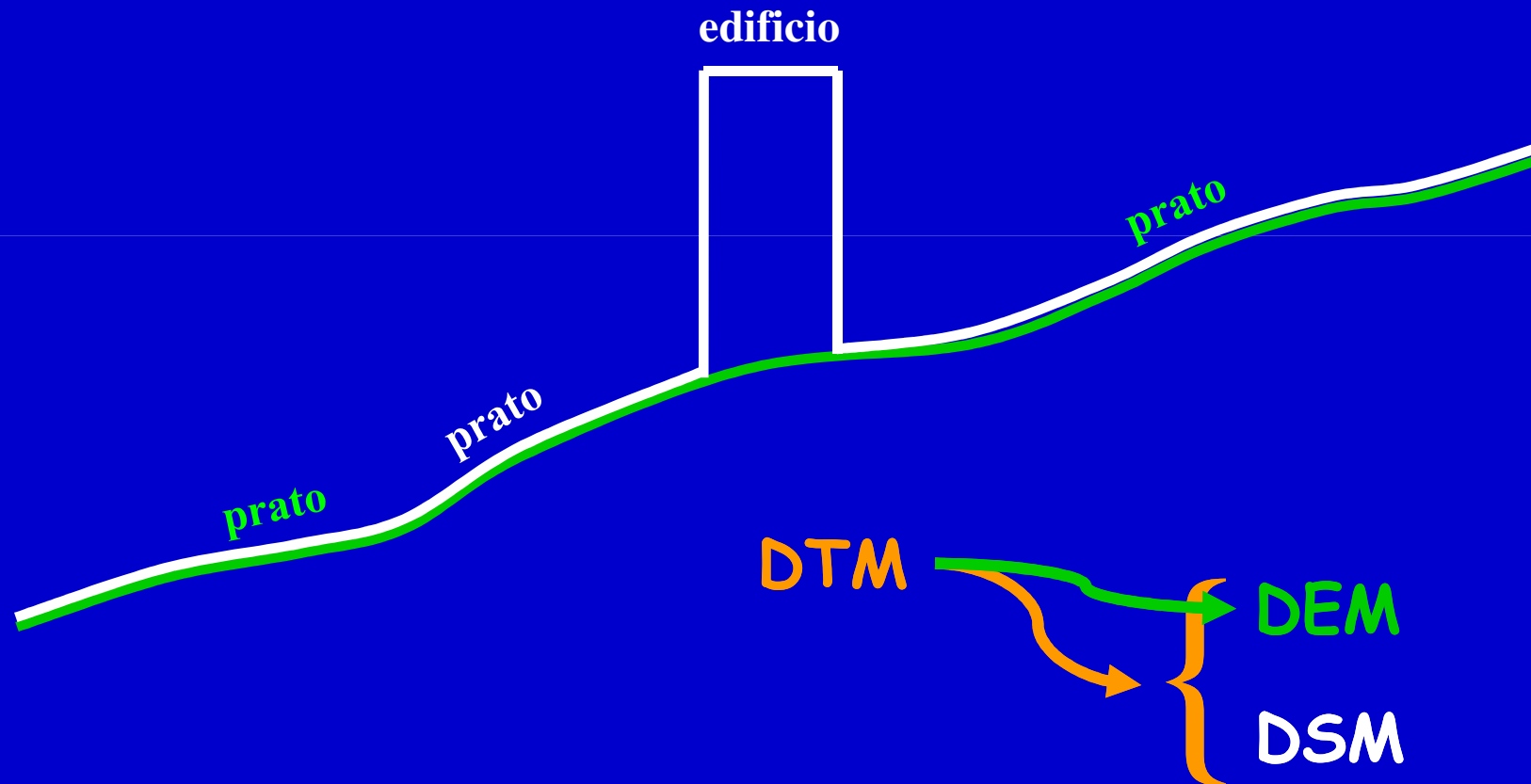
Cosa si intende per "quota"

DEM	Digital Elevation Model
DTM	Digital Terrain Model
DSM	Digital Surface Model

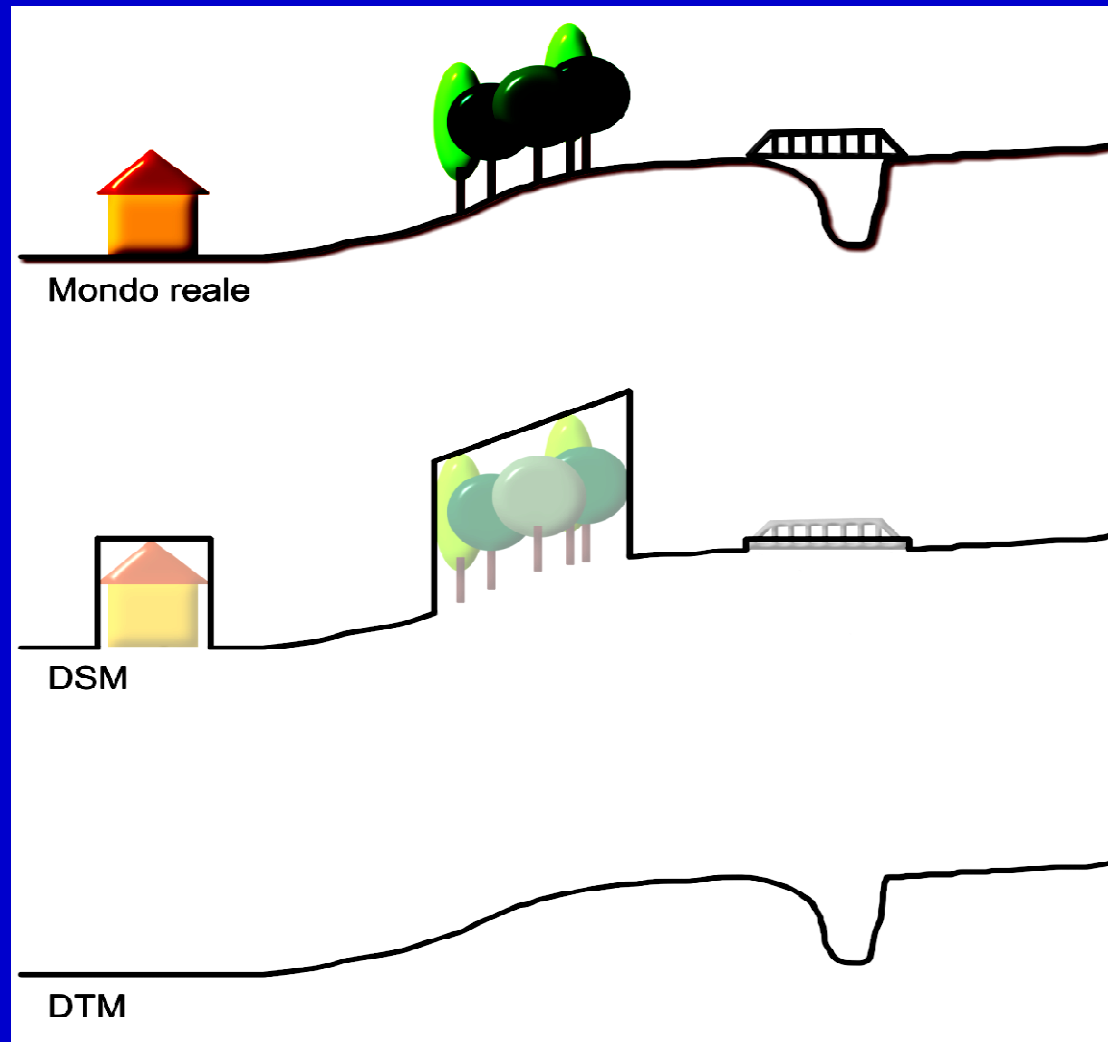
Cosa si intende per "quota"

DEM Digital Elevation Model

DSM Digital Surface Model



Cosa si intende per "quota"

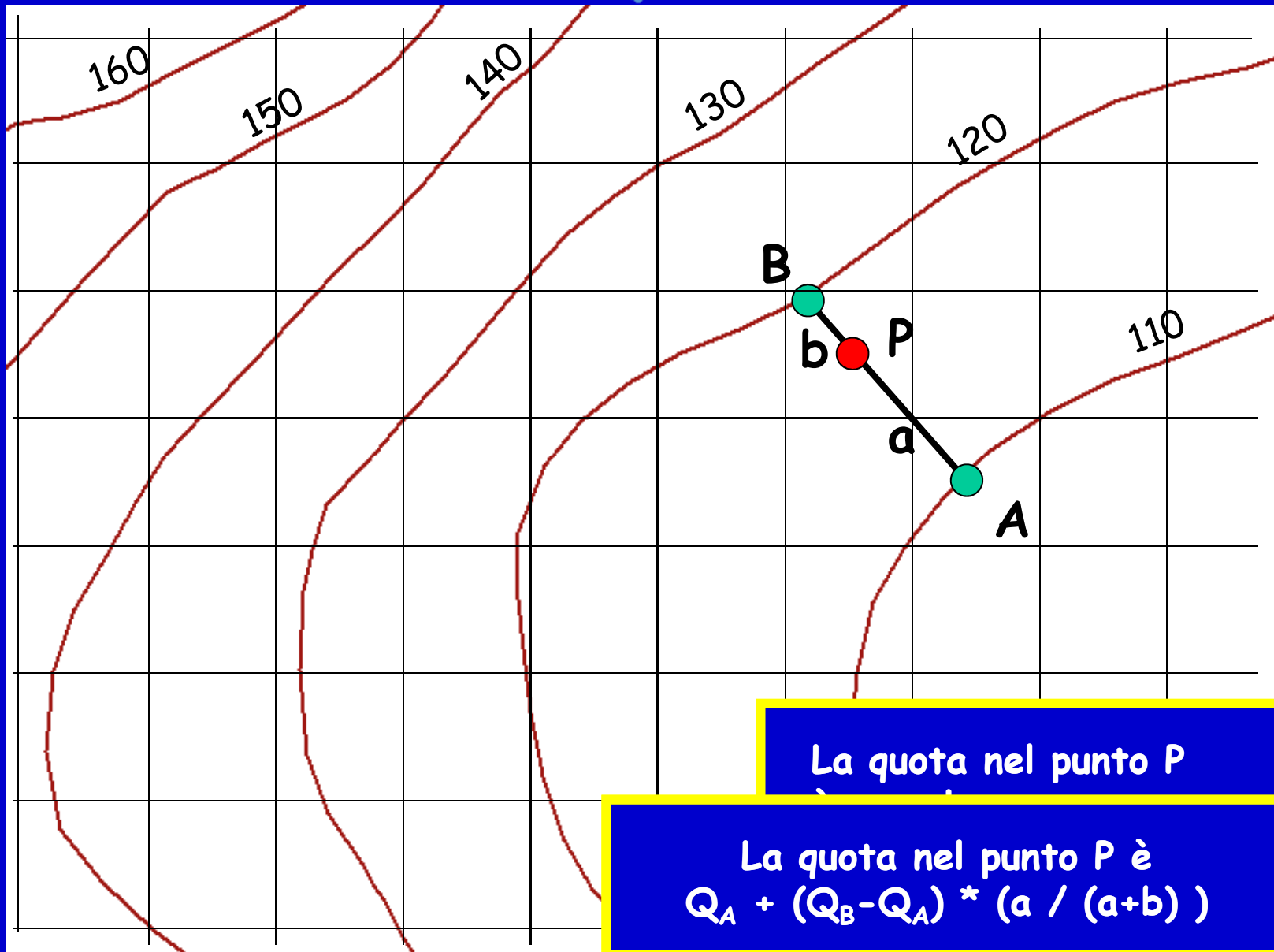


La costruzione di un modello di elevazione

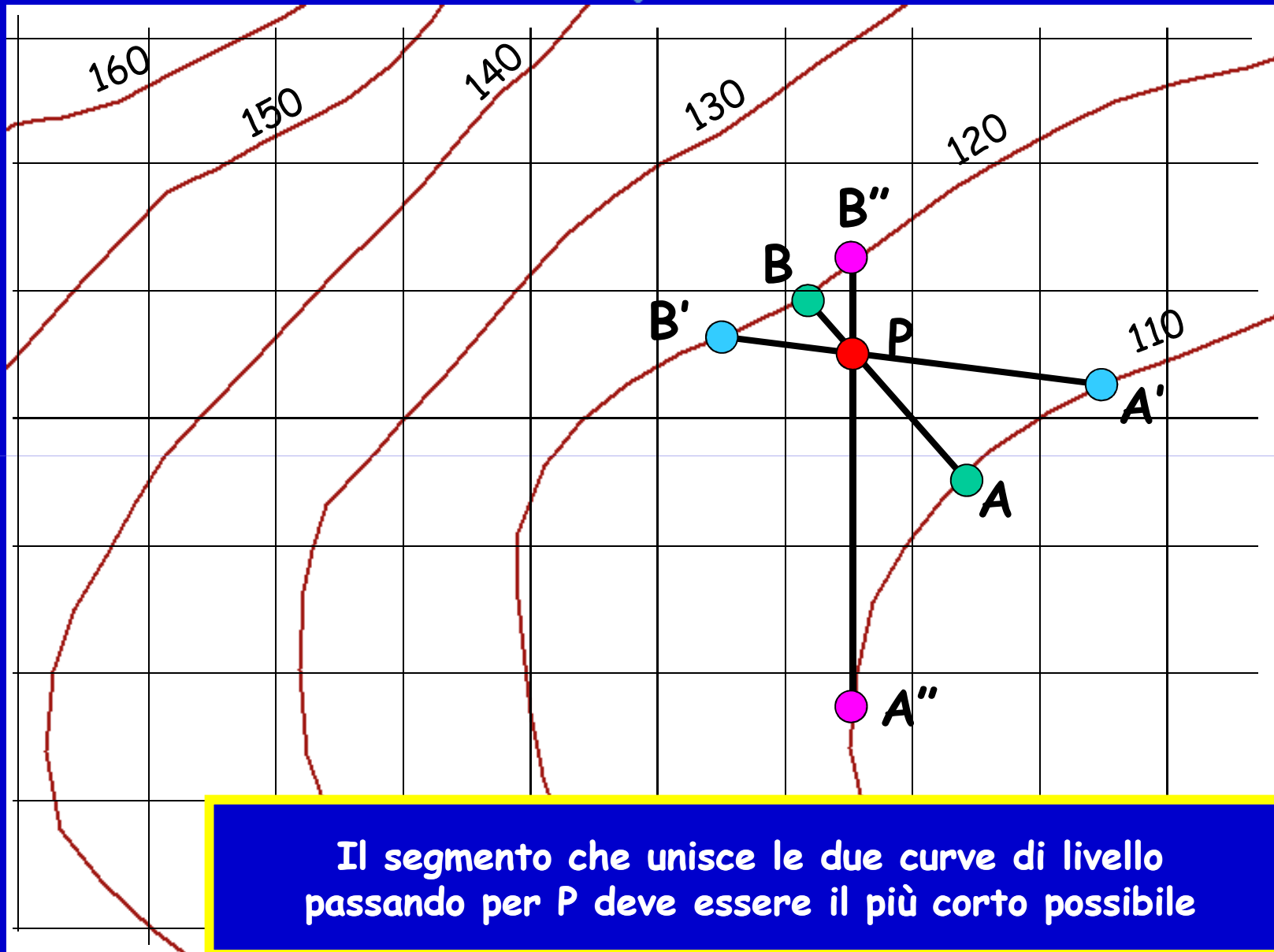
La costruzione di un Modello digitale del terreno

1. Direttamente dal processo aerofotogrammetrico
2. Da cartografia, con sistemi semiautomatici
3. A partire da Curve di Livello e Punti quotati, con campionamento e interpolazione
4. Con il sistema Lidar

Costruzione di un DEM con sistemi semiautomatici

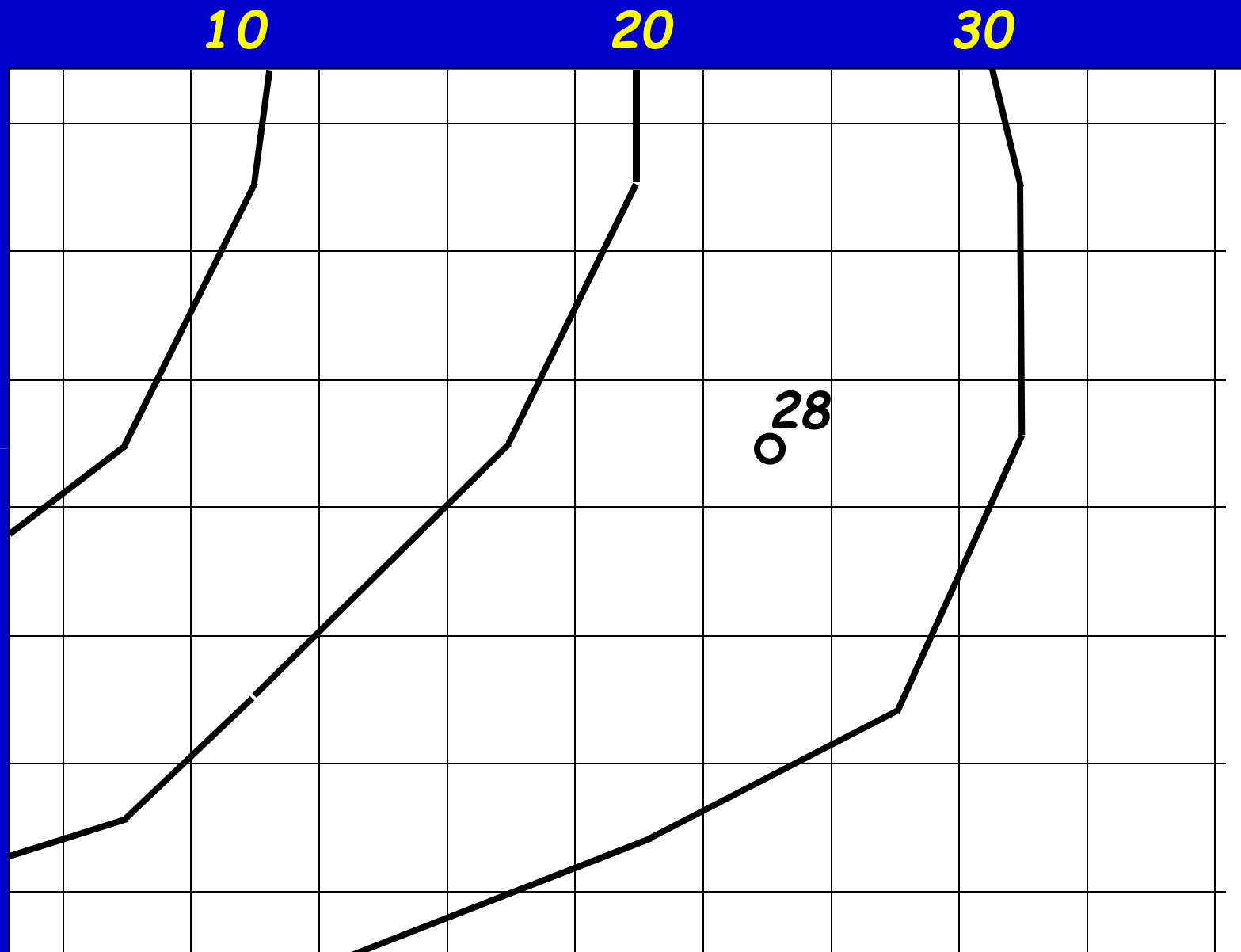


Costruzione di un DEM con sistemi semiautomatici

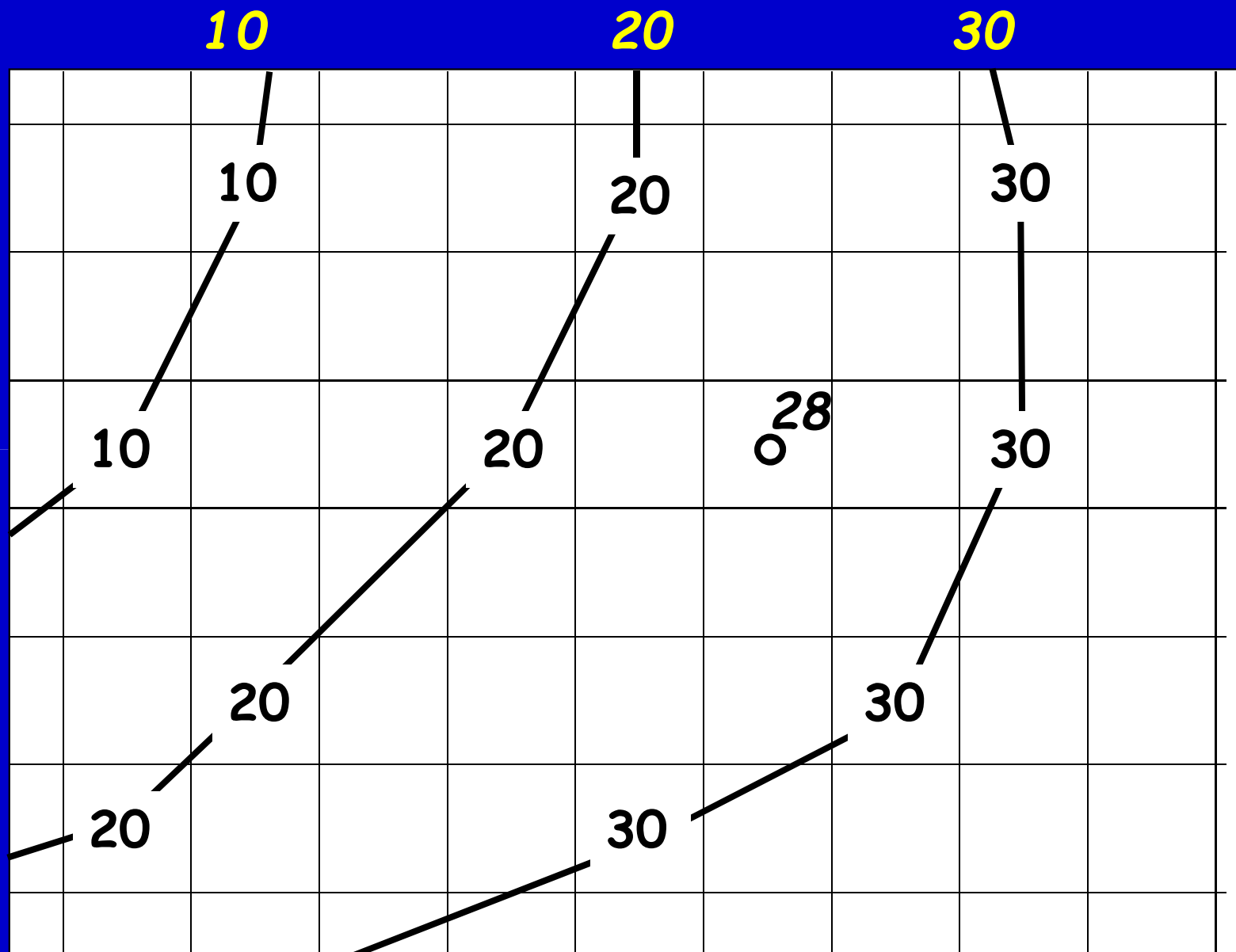


Il segmento che unisce le due curve di livello passando per P deve essere il più corto possibile

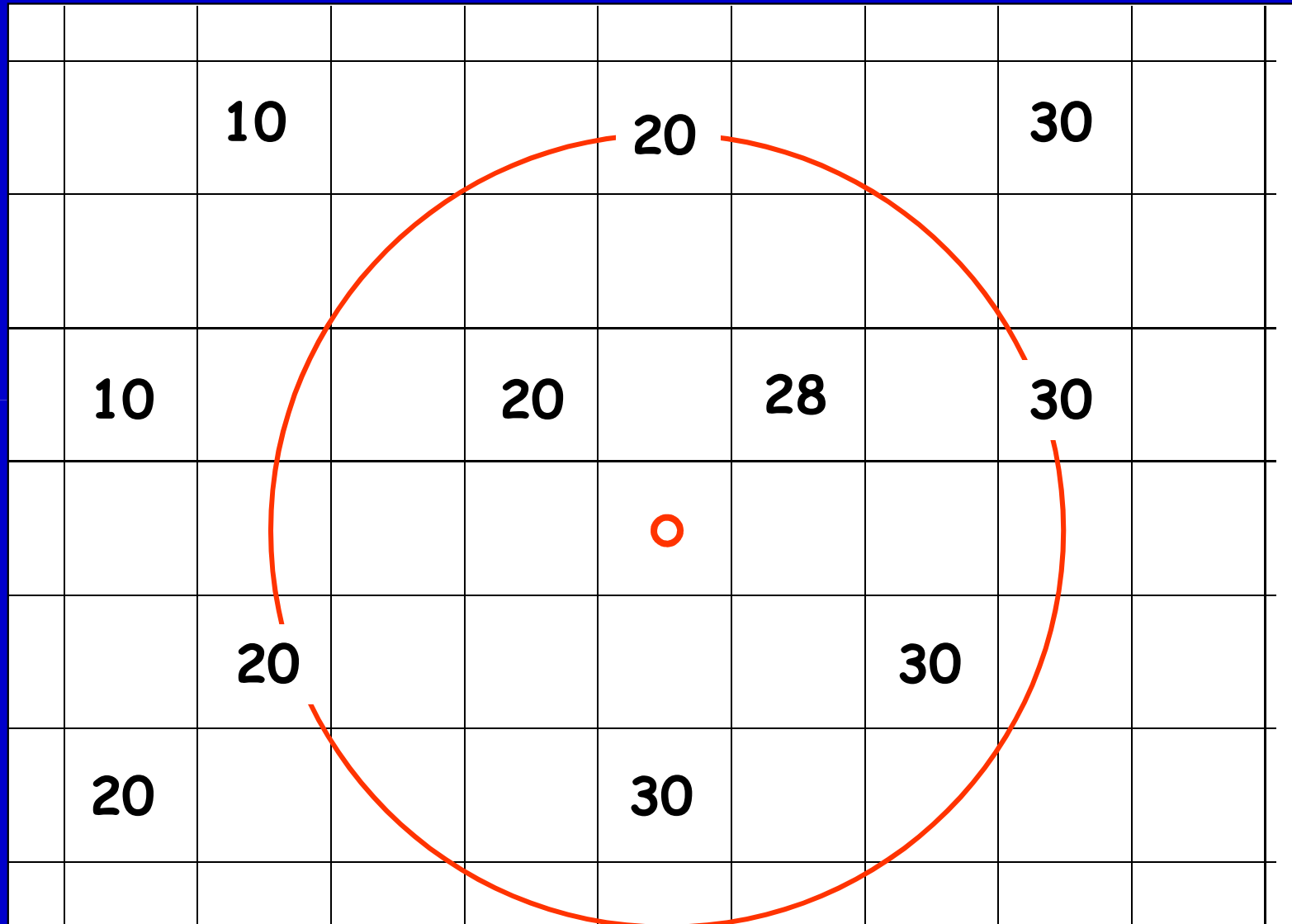
Costruzione di un DEM: curve di livello e punti quotati



Costruzione di un DEM: curve di livello e punti quotati



Costruzione di un DEM: interpolazione sui punti non noti



Costruzione di un DEM: interpolazione sui punti non noti

	10	10			20			30	
	10			20		28		30	
		20					30		
	20				30				

Costruzione di un DEM: interpolazione sui punti non noti

	10	10	13		20			30	
	10			20		28		30	
		20					30		
	20				30				

The image shows a 10x10 grid representing a Digital Elevation Model (DEM). A red circle highlights a specific area of the grid, encompassing the values 10, 10, 13, 20, 10, 20, 28, and 30. The values are arranged in a pattern that suggests a smooth interpolation across the grid.

Costruzione di un DEM: interpolazione sui punti non noti

	10	10	13	17	20		30	
	10			20		28		30
		20					30	
	20				30			

Costruzione di un DEM: interpolazione sui punti non noti

	10	10	13	17	20	24		30	
	10			20		28		30	
		20					30		
	20				30				

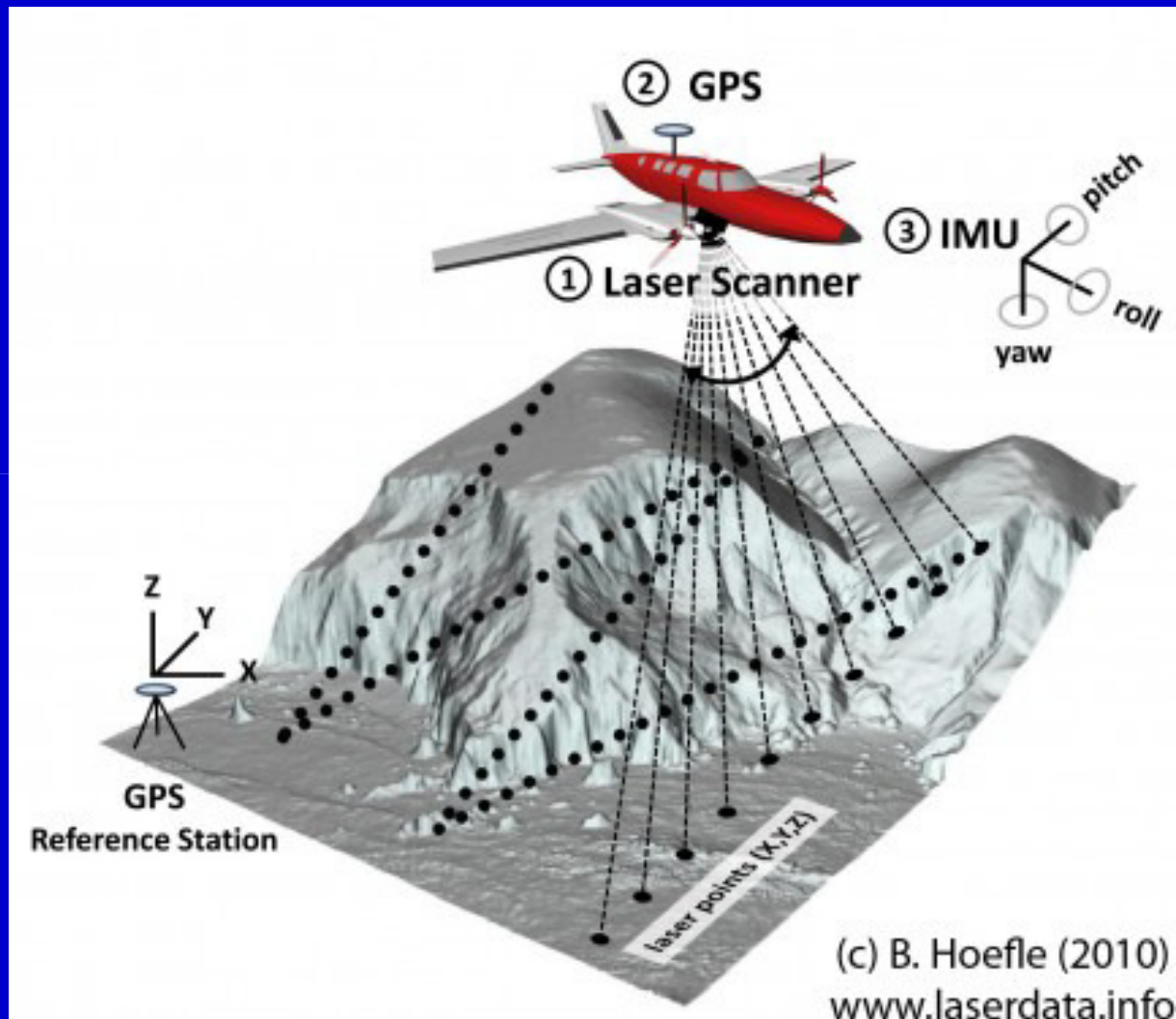
Costruzione di un DEM: interpolazione sui punti non noti

	10	10	13	17	20	24	29	30	
	10			20		28		30	
		20					30		
	20				30				

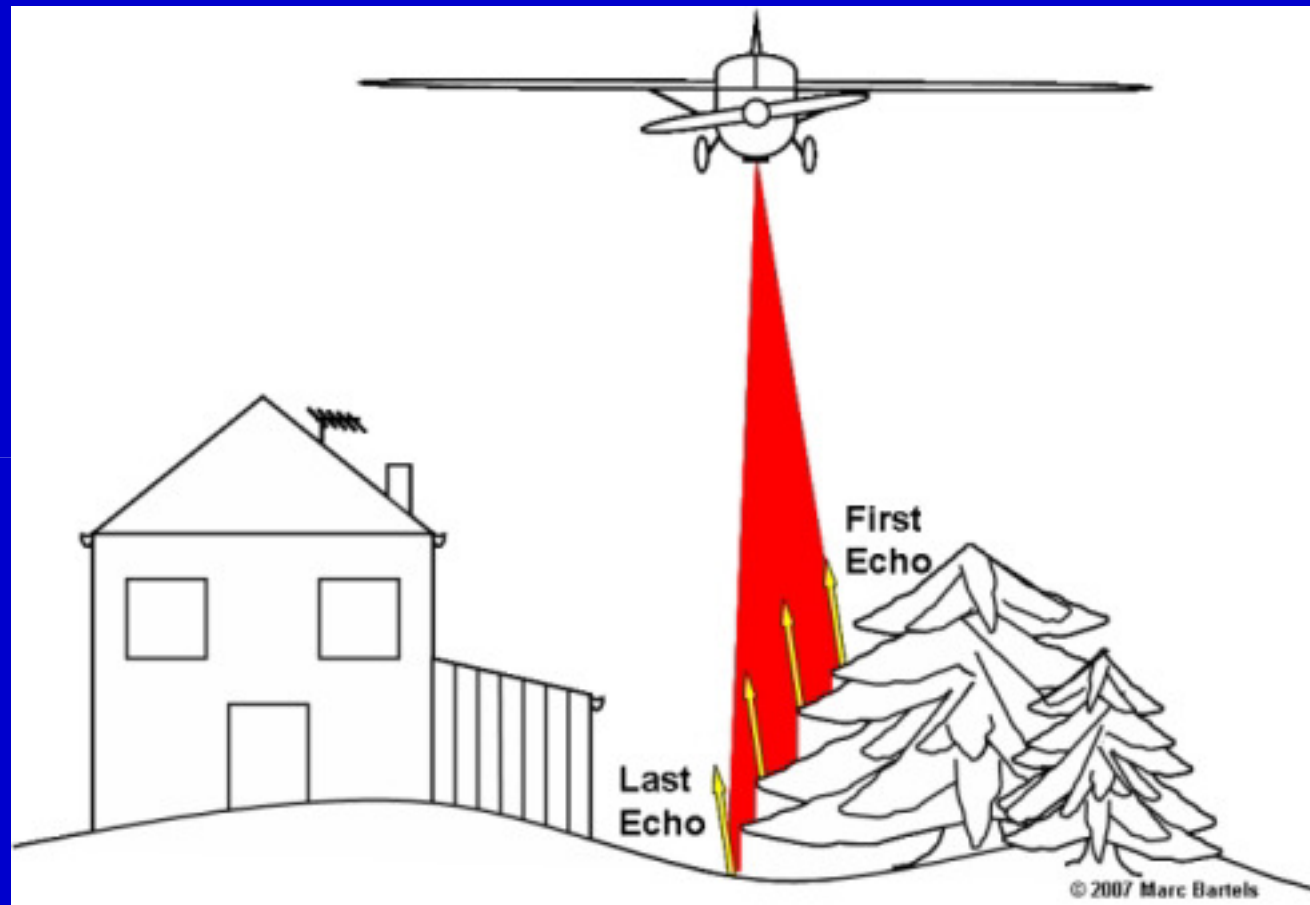
Costruzione di un DEM: risultato dell'interpolazione (una parte è "estrapolata")

	10	10	13	17	20	24	29	30	30
	10	11	16	19	23	25	29	30	30
	10	12	18	20	24	28	29	30	30
	14	16	20	22	25	28	29	30	30
	19	20	21	26	28	29	30	30	30
	20	20	24	28	30	30	30	30	30

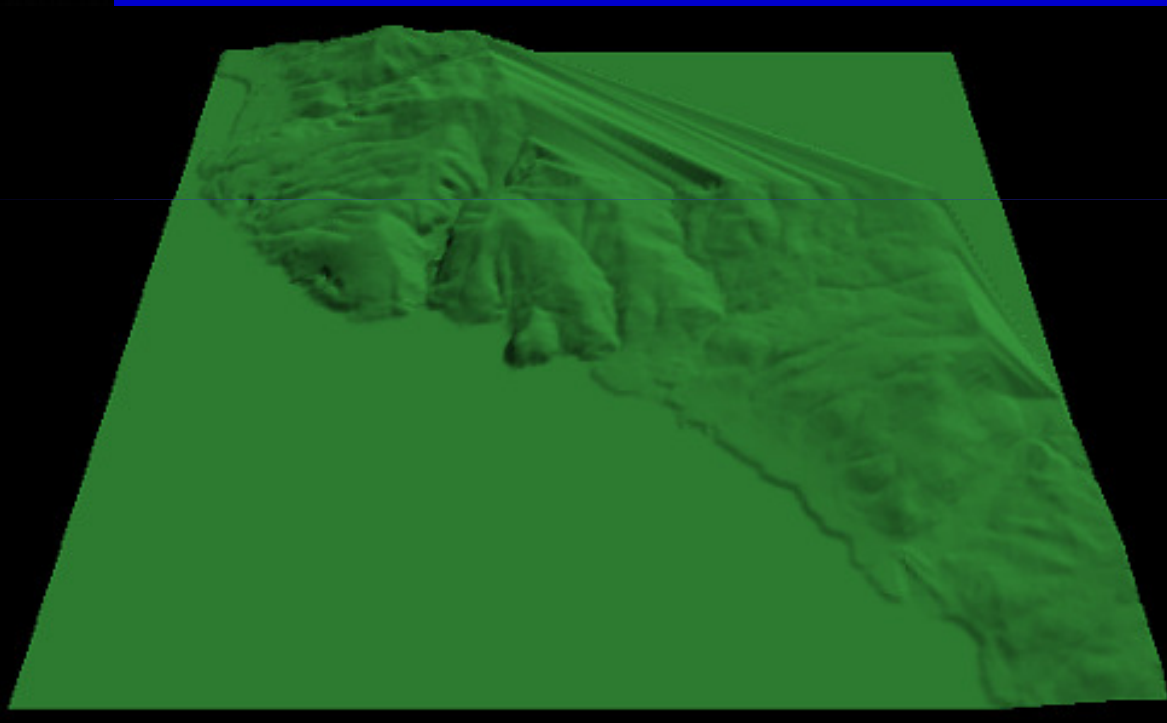
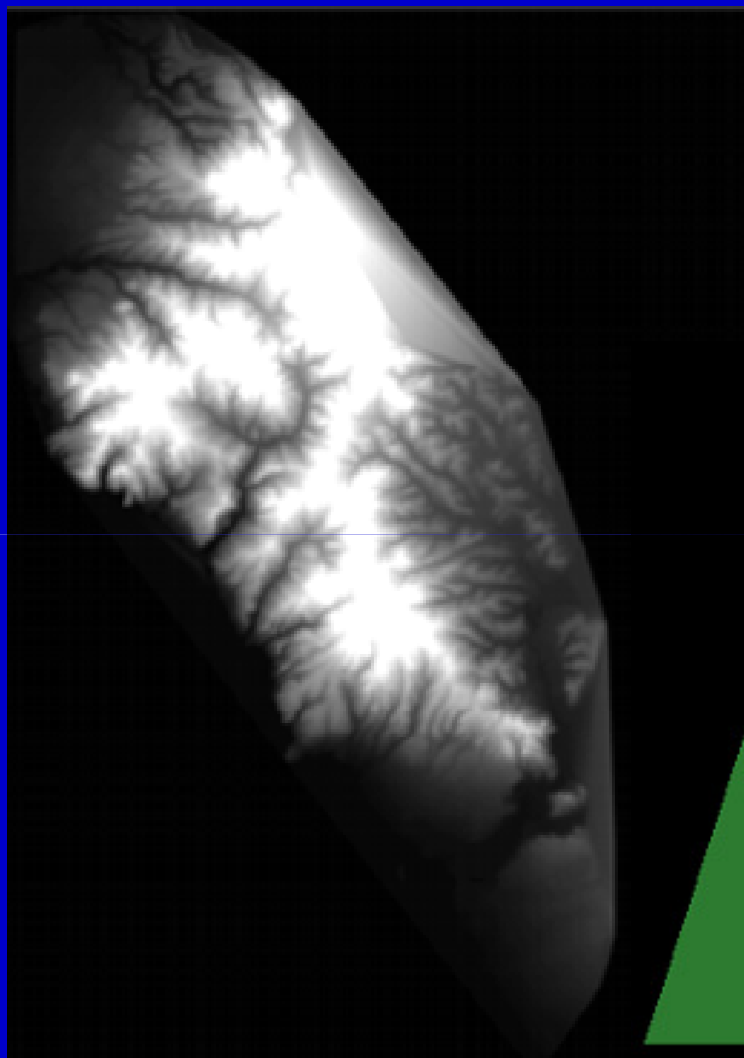
La costruzione di un DEM con tecniche Lidar



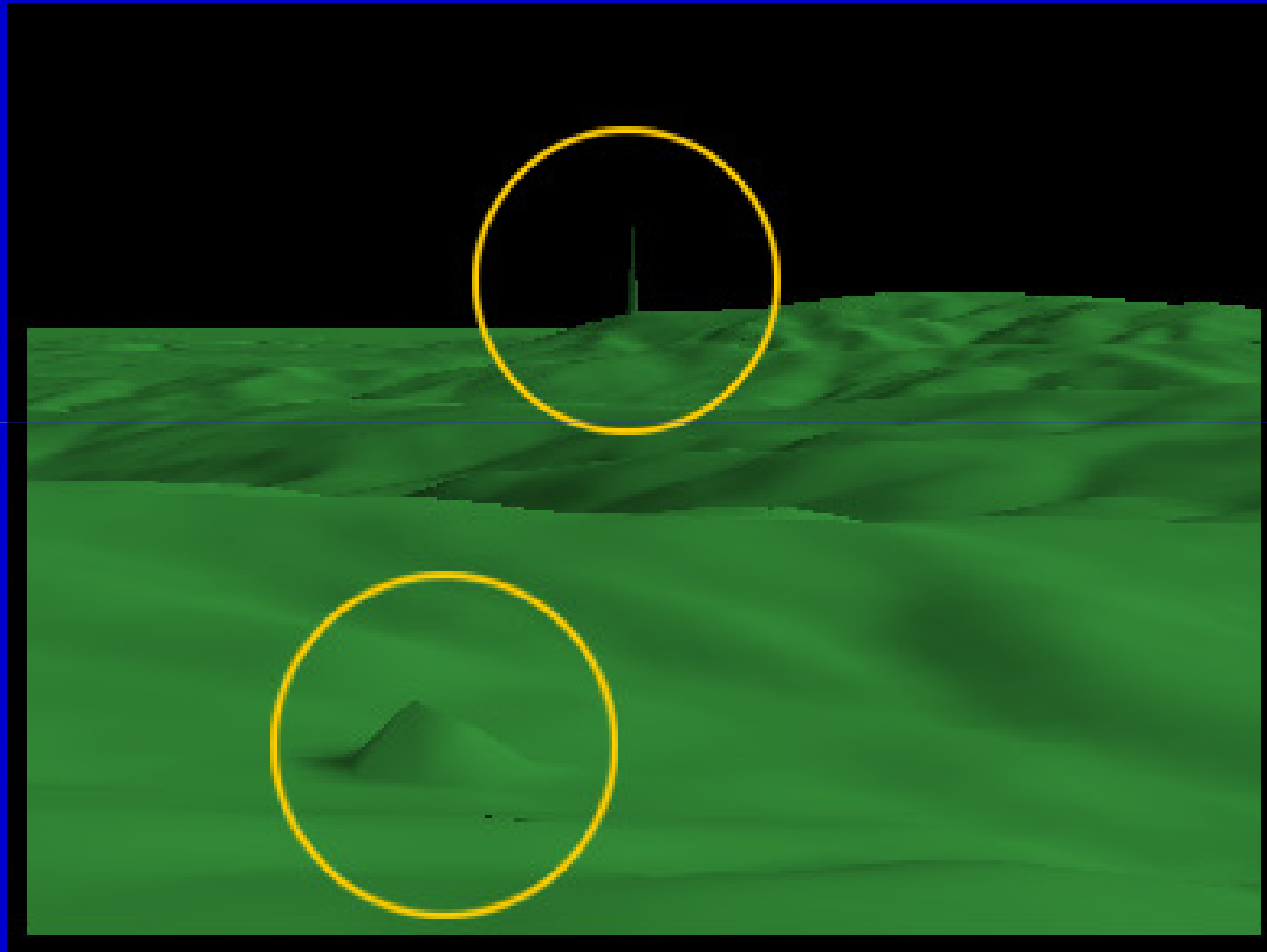
La costruzione di un DEM con tecniche Lidar



Un DEM: vista dall'alto o in 2D $\frac{1}{2}$



La costruzione di un DEM da Curve di Livello e Punti Quotati presenta molto rumore



Dati derivati da un DEM

La pendenza tra due punti

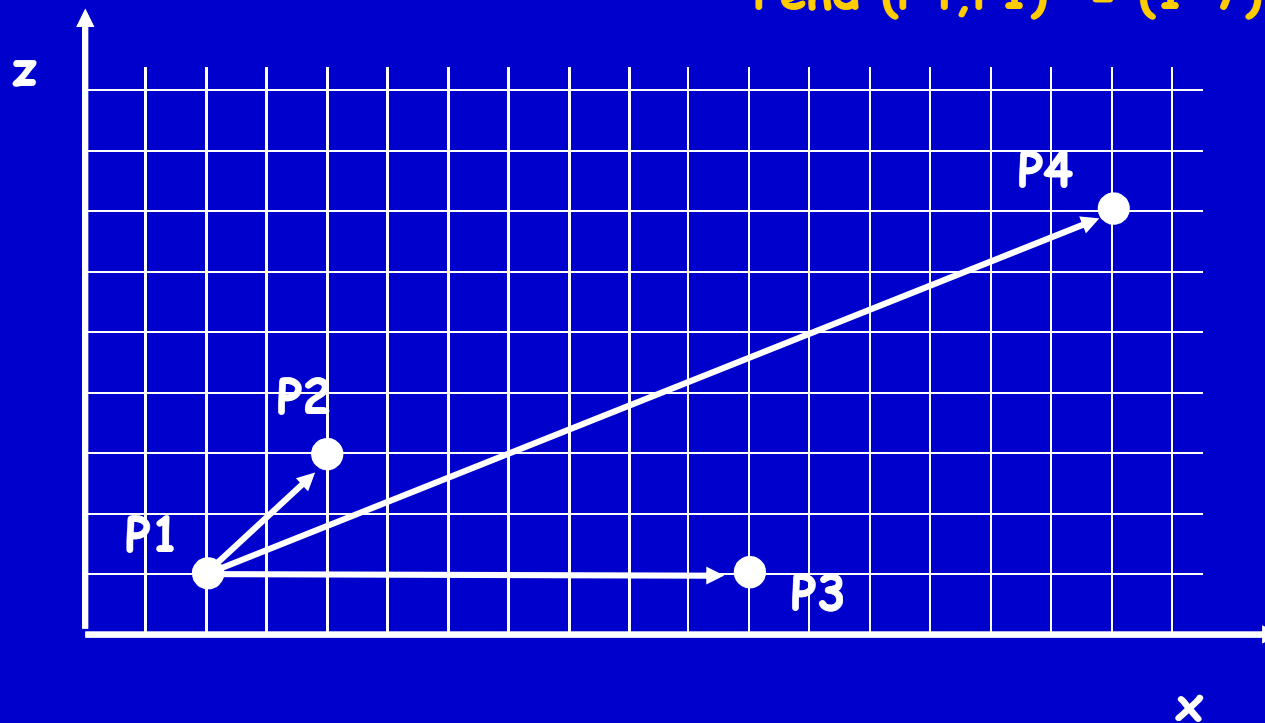
$$\text{Pend (P1,P2)} = (z_{P2} - z_{P1}) / \text{Dist (P1,P2)}$$

$$\text{Pend (P1,P2)} = (3-1) / (4-2) = 100\%$$

$$\text{Pend (P1,P3)} = (1-1) / (11-2) = 0\%$$

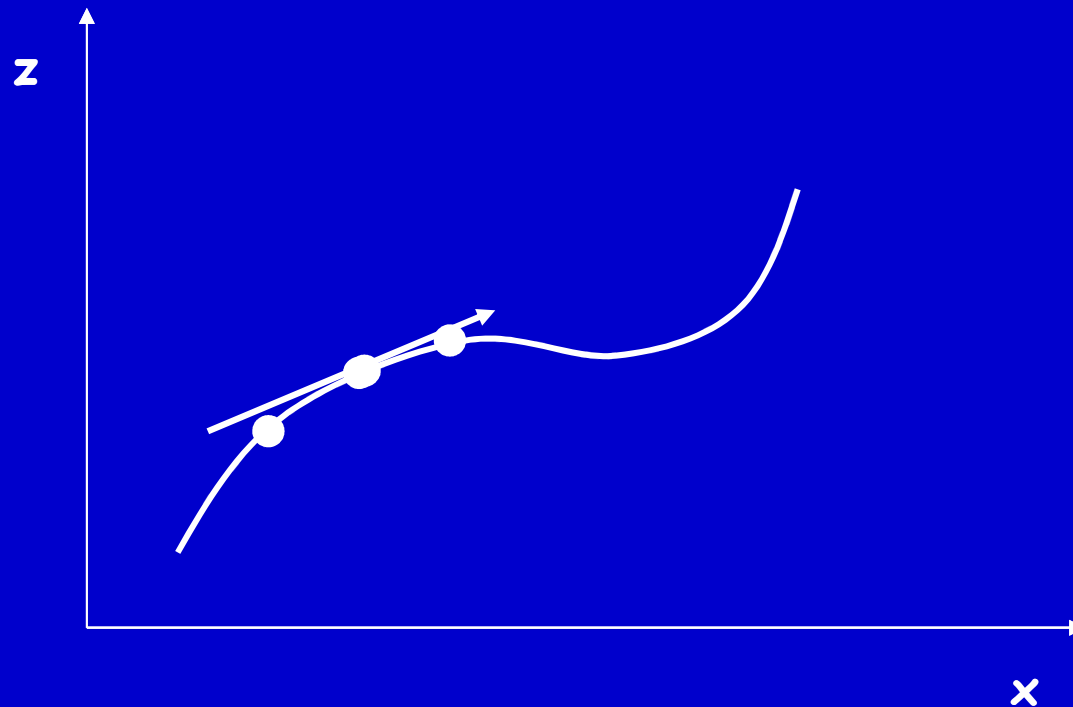
$$\text{Pend (P1,P4)} = (7-1) / (17-2) = 40\%$$

$$\text{Pend (P4,P1)} = (1-7) / (17-2) = -40\%$$



La pendenza di una funzione $z(x)$ in un punto

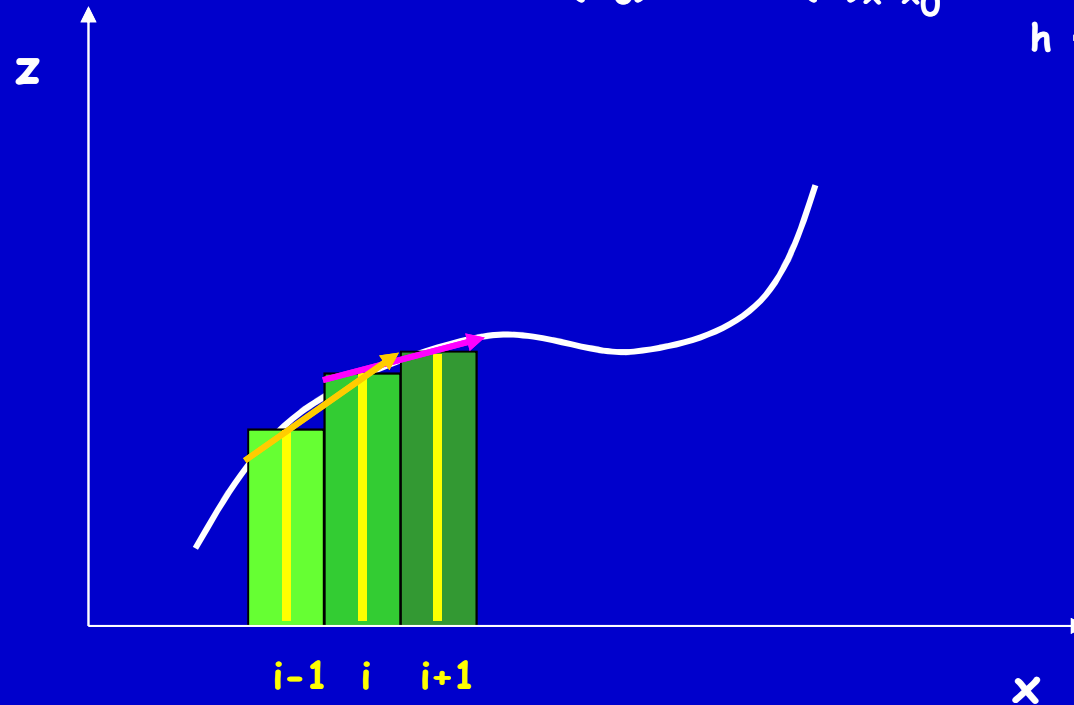
$$\text{Pend}(x_0) = z'(x)_{x=x_0} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{z(x+h) - z(x)}{h}$$



Nel mondo raster non si può avere $h \rightarrow 0$ perché la natura del modello è discreta.

La pendenza di una funzione $z(x)$

$$\text{Pend}(x_0) = z'(x)_{x=x_0} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{z(x+h) - z(x)}{h}$$



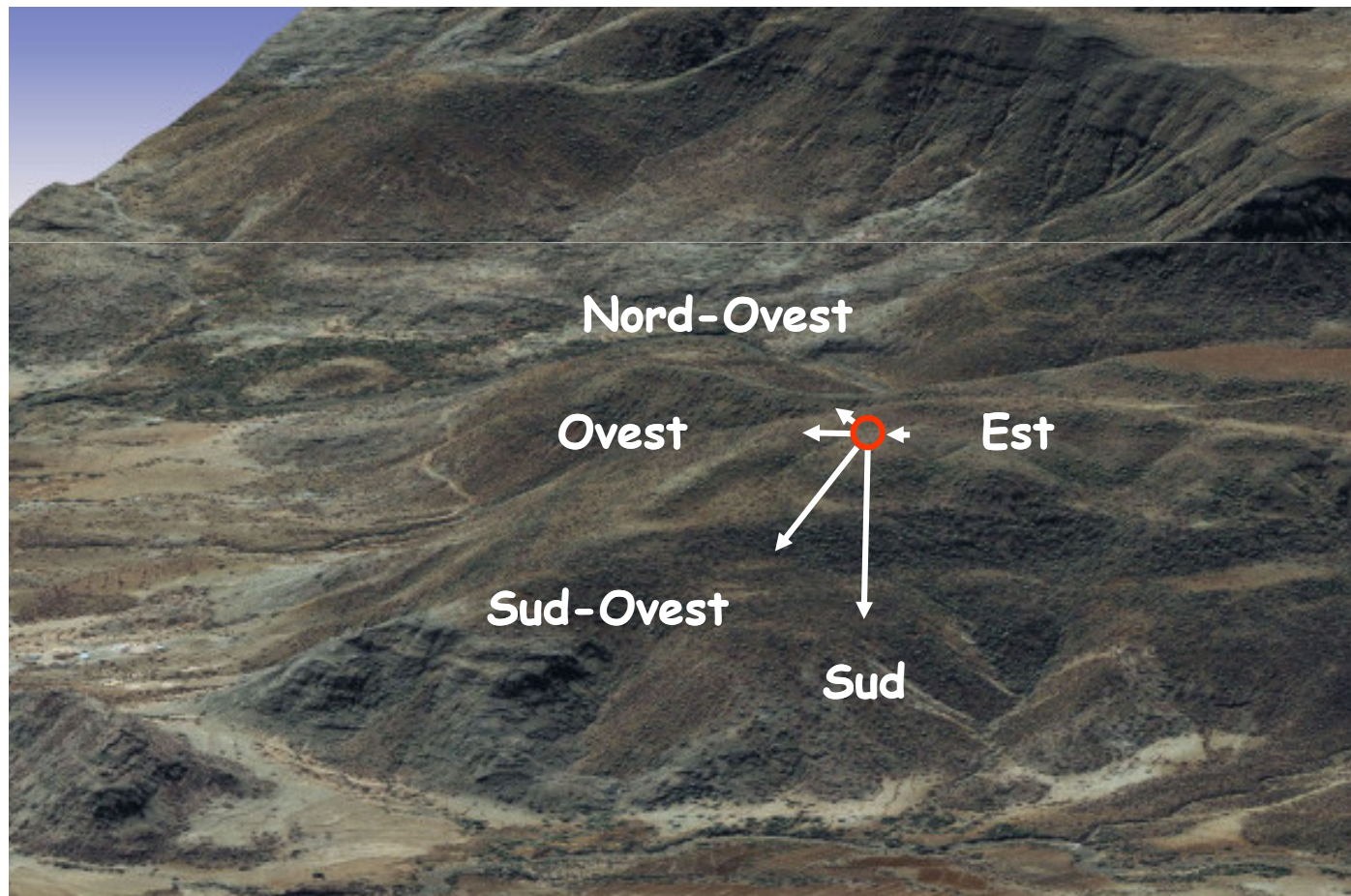
	26	31	32

$$\text{Pend}^+ (\text{pix}_i) = (z(i+1) - z(i)) / \text{Dim.pixel}$$

$$\text{Pend}^- (\text{pix}_i) = (z(i) - z(i-1)) / \text{Dim.pixel}$$

La pendenza di una funzione $z(x,y)$

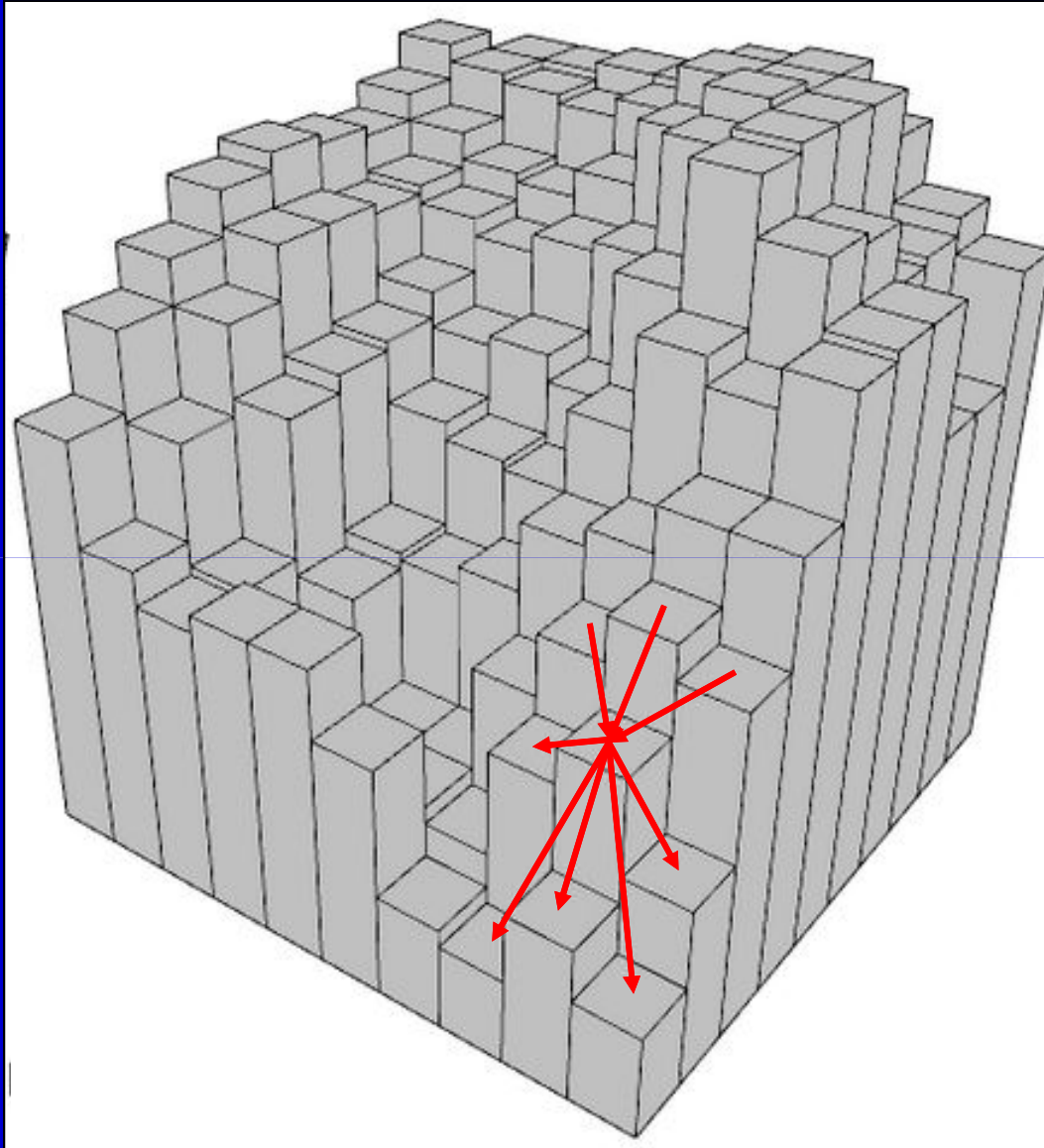
Nel caso di una funzione di due variabili,
come avviene per la quota di un'area,
la pendenza assume valori diversi, a seconda della direzione.



Si intende
per pendenza
quella
massima
tra tutte le
pendenze.

Si intende
per esposizione
la direzione
della pendenza
massima

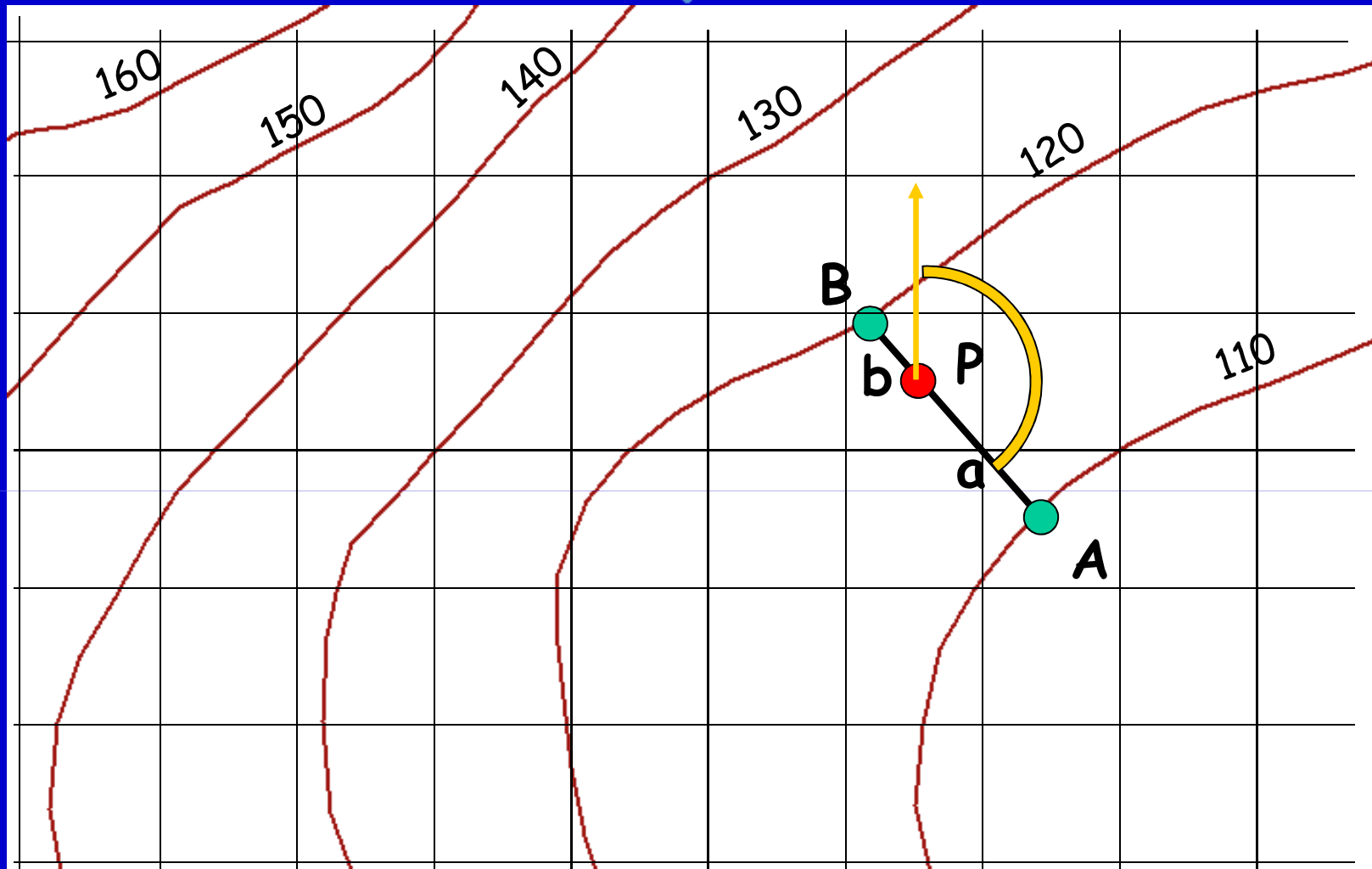
La pendenza di una funzione $z(x,y)$



Si intende
per pendenza
quella
massima
tra tutte le
pendenze.

Si intende
per esposizione
la direzione
della pendenza
massima

Calcolo di pendenza ed esposizione da curve di livello



La pendenza nella "zona" (A-P-B) è $(QB-QA) / (a+b)$

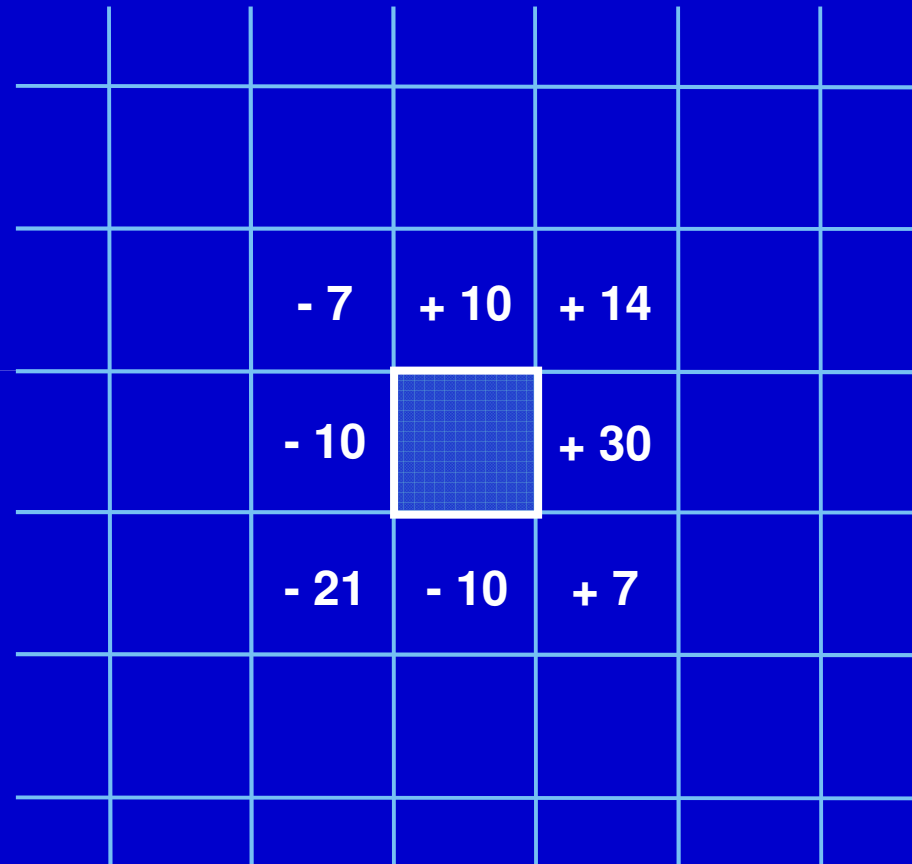
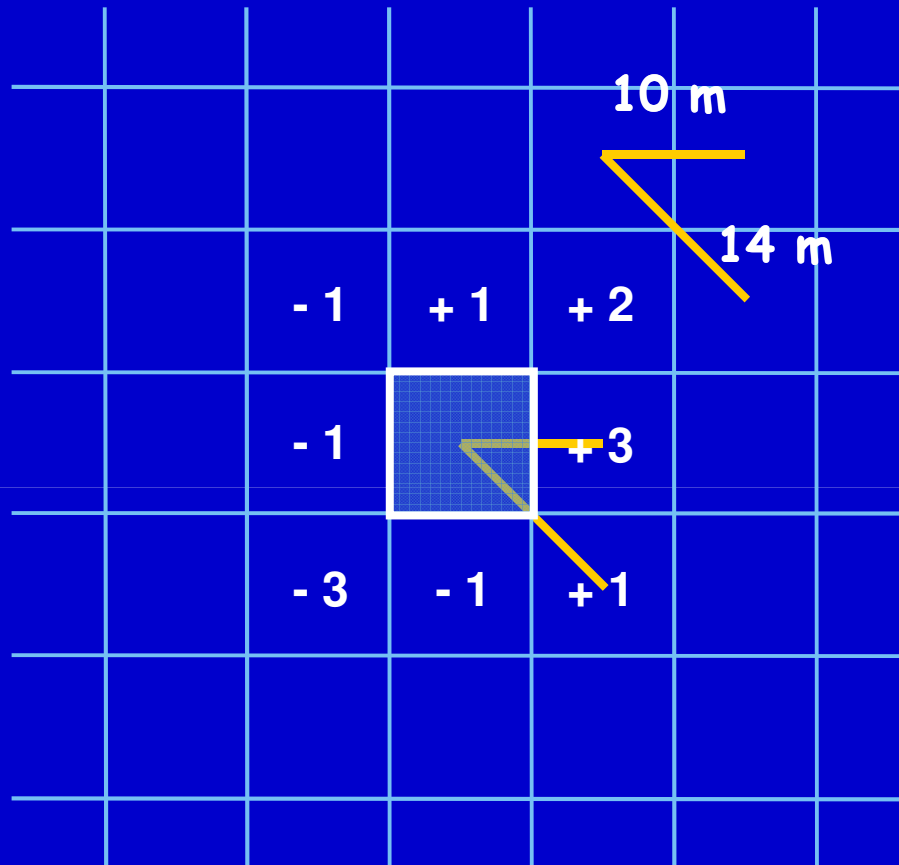
La pendenza come dato derivato da un DEM

	26	31	32	29	30
	26	27	29	30	31
	25	27	28	31	29
	24	25	27	29	28
	27	25	25	24	21

Quote in metri

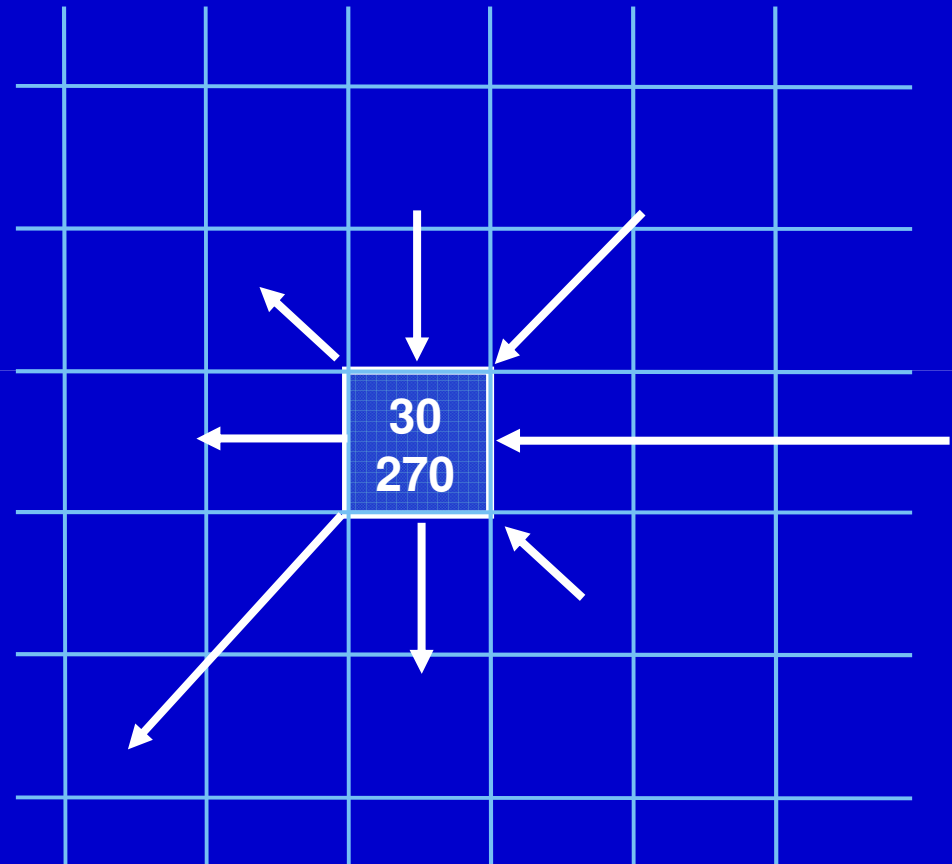
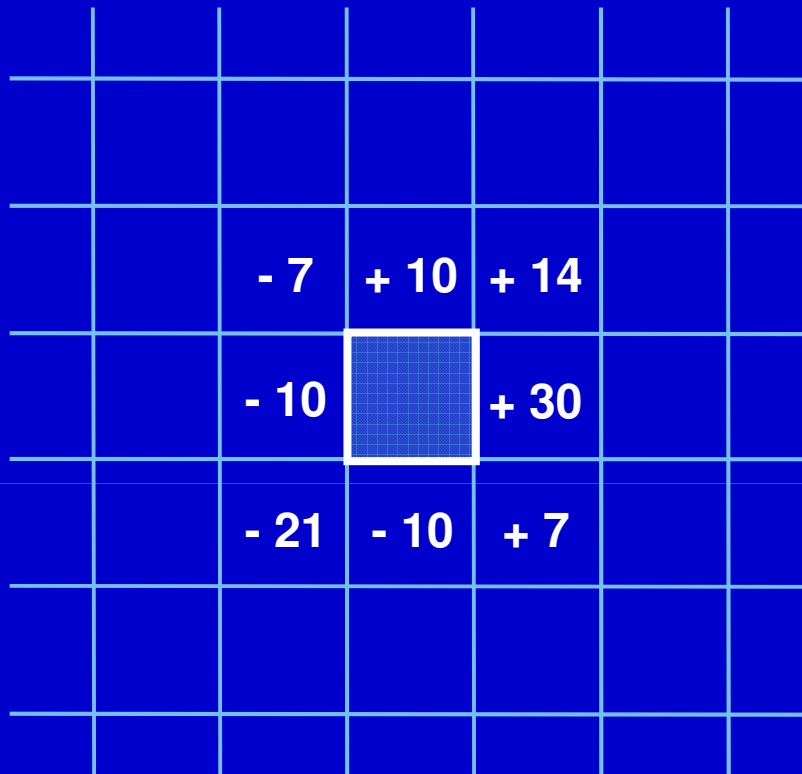
		-1	+1	+2	
		-1		+3	
		-3	-1	+1	

La pendenza come dato derivato da un DEM



- ▶ Dislivelli in metri
- ▶ Dimensione del pixel 10 x 10 m
- ▶ Pendenze in "percento"

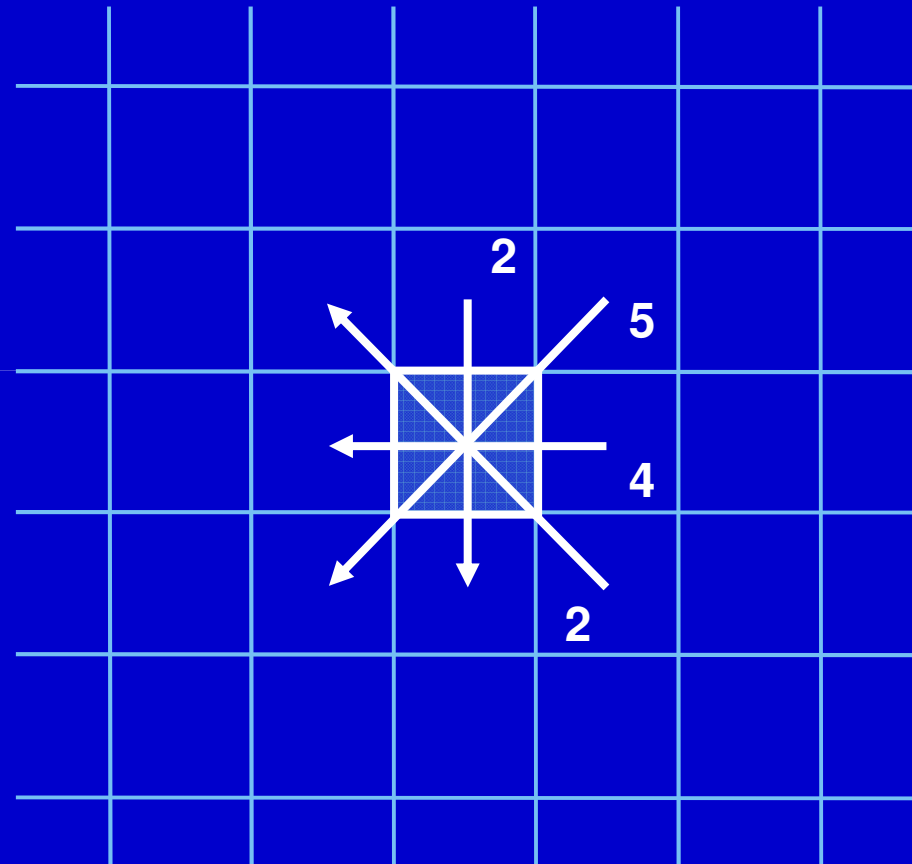
La pendenza e l'esposizione come dati derivati da un DEM



- ▶ Dislivelli in metri
- ▶ Dimensione del pixel 10 x 10 m
- ▶ Pendenze in "percento"
- ▶ Esposizione in gradi

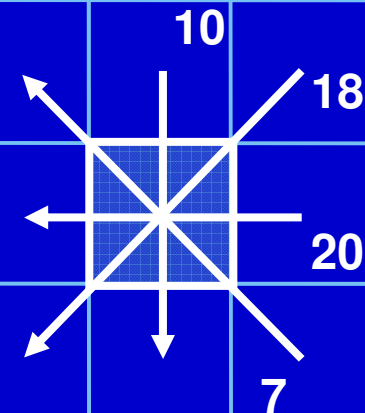
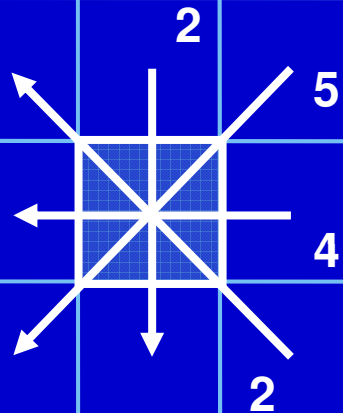
La pendenza e l'esposizione come dati derivati da un DEM; un altro algoritmo

26	31	32	29	30
26	27	29	30	31
25	27	28	31	29
24	25	27	29	28
27	25	25	24	21



- ▶ Quote in metri
- ▶ Dislivello in metri

La pendenza e l'esposizione come dati derivati da un DEM; un altro algoritmo



- ▶ Quote in metri
- ▶ Dislivello in metri
- ▶ Pixel di 10 m
- ▶ Pendenza in "percento"

20
270

Calcolo di Pendenza e Esposizione a partire dalle Quote; esercitazione

	26	31	32	29	30
	26	27	29	30	31
	25	27	28	31	29
	24	25	27	29	28
	27	25	25	24	24

Quote in metri
Dimensione pixel = 10 m

Calcolo di Pendenza e Esposizione a partire dalle Quote; esercitazione

	26	31	32	29	30	
	26	27	29	30	31	
	25	27	28	31	29	
	24	25	27	29	28	
	27	25	25	24	24	

Quote in metri
Dimensione pixel = 10 m

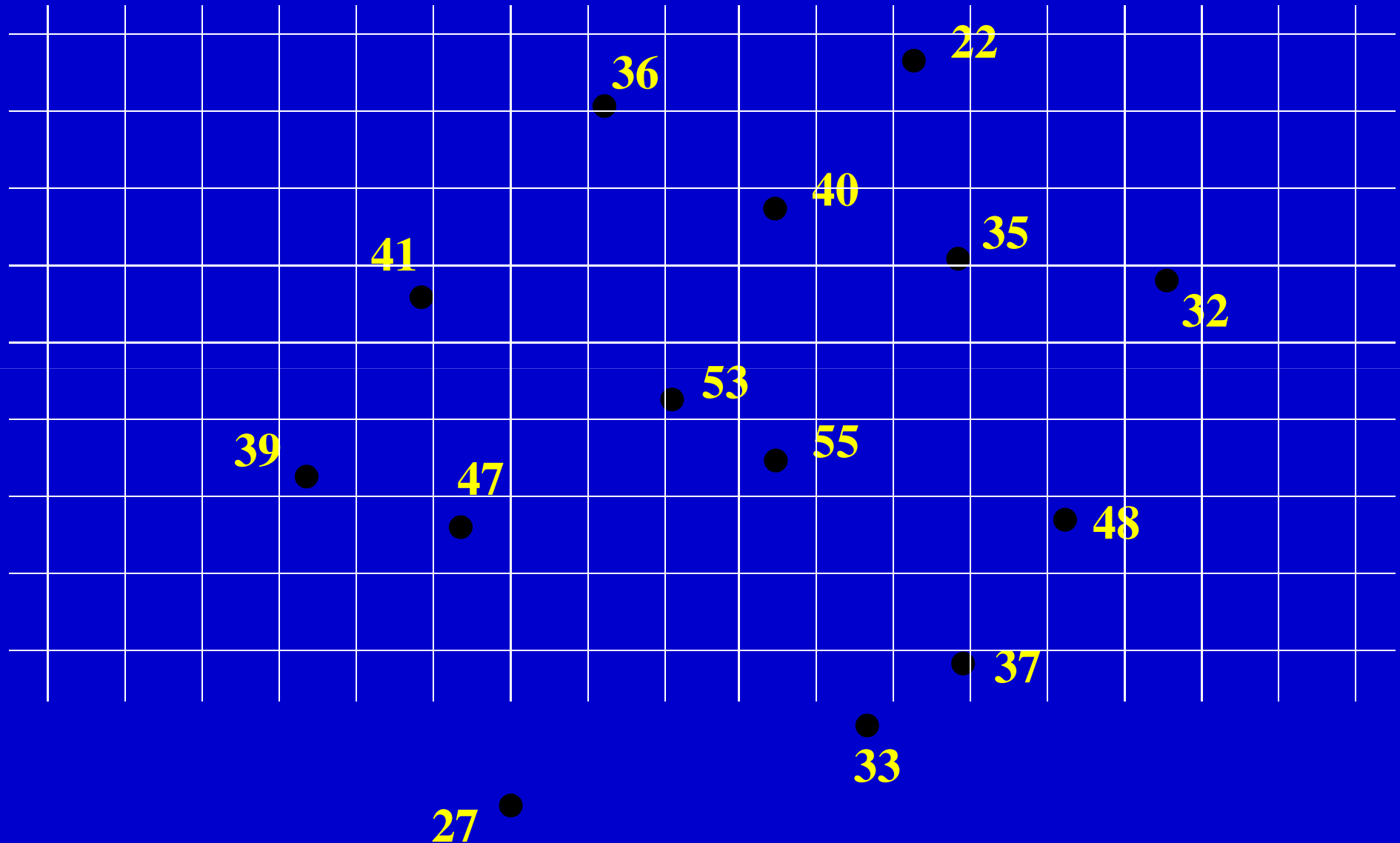
Calcolo di Pendenza e Esposizione a partire dalle Quote; esercitazione

	26	31	32	29	30	
	26	27	29	30	31	
	25	27	28	31	29	
	24	25	27	29	28	
	27	25	25	24	24	

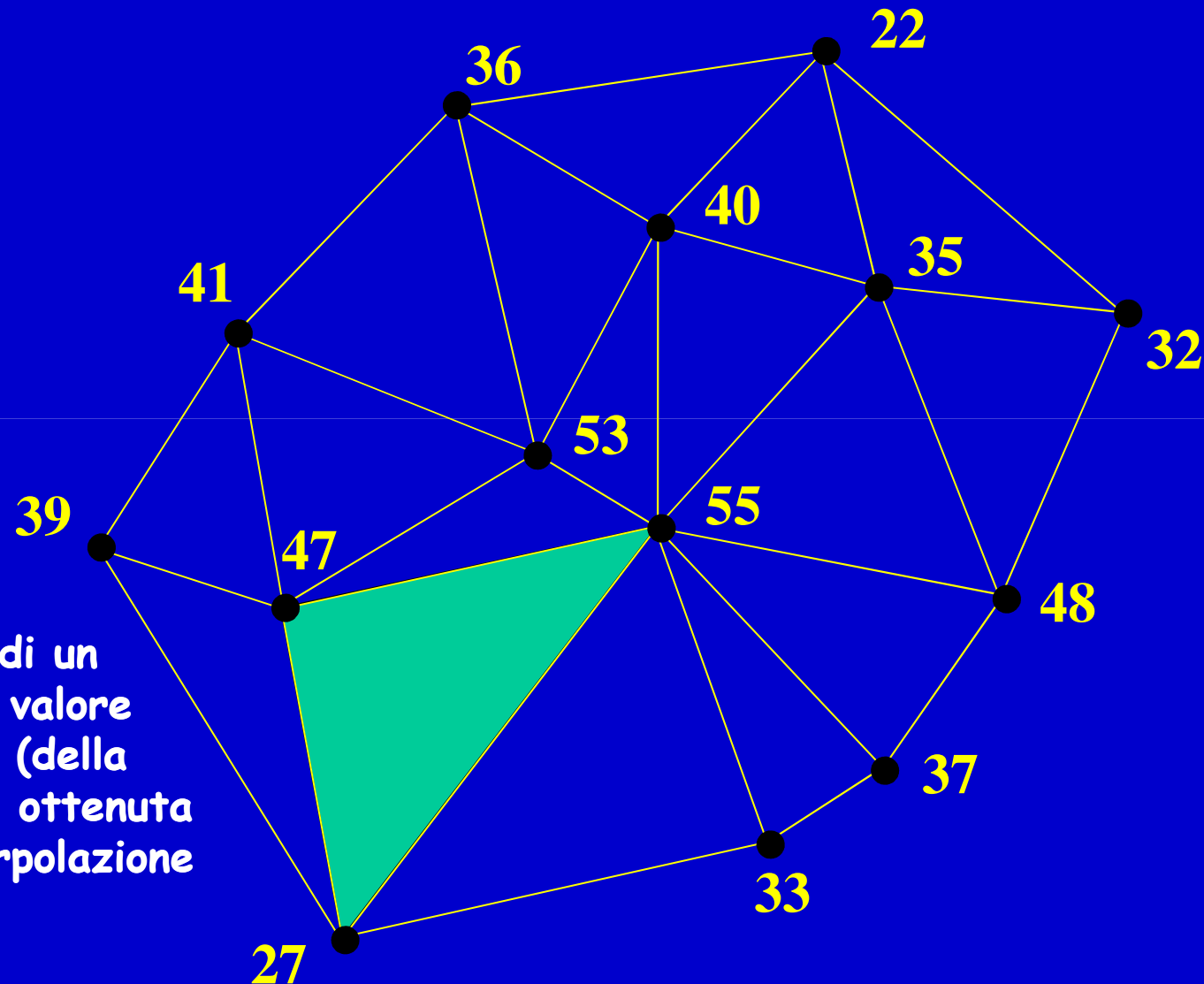
Quote in metri
Dimensione pixel = 10 m

TIN (Triangulated Irregular Network)

TIN: un criterio di interpolazione



TIN: un criterio di interpolazione

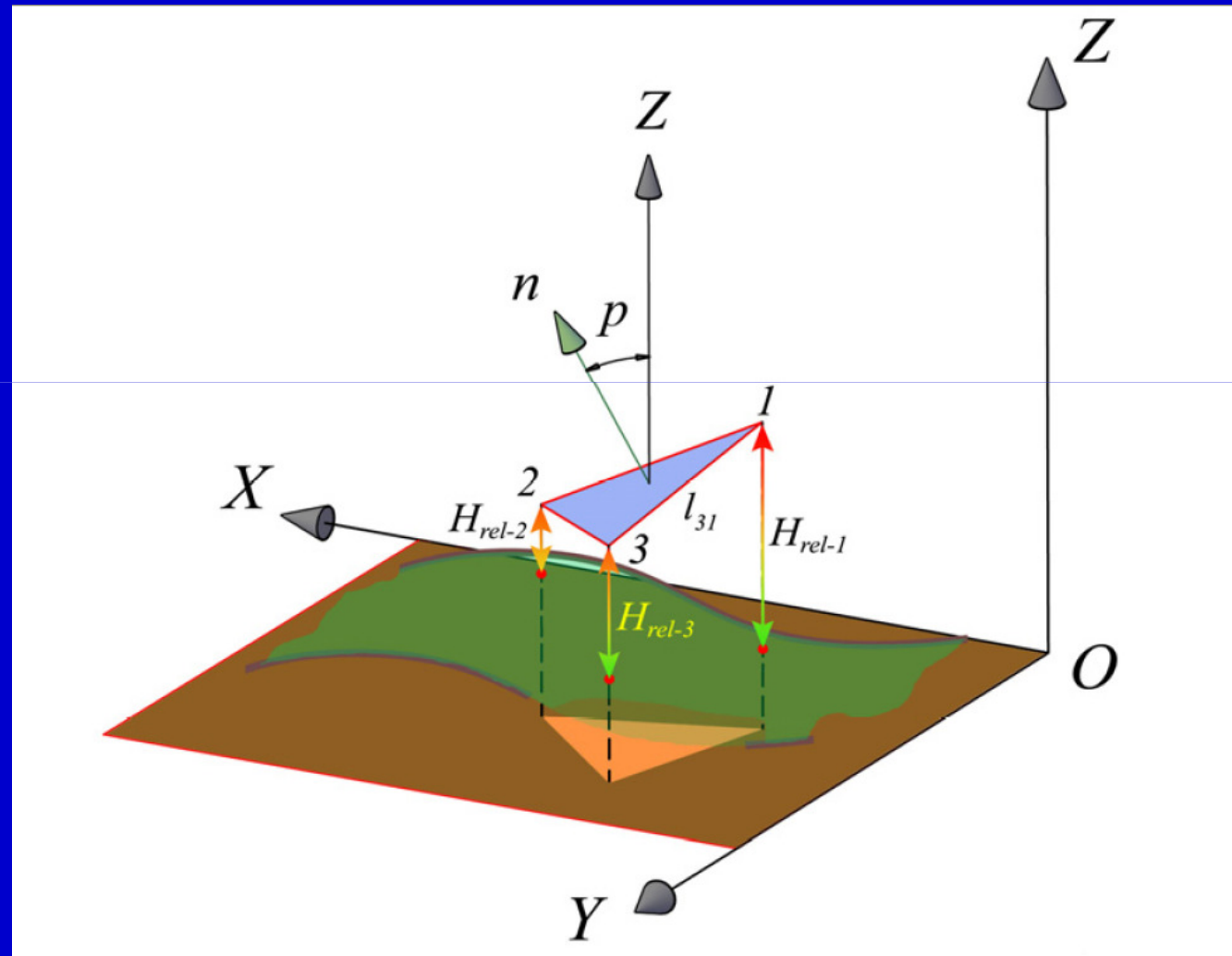


All'interno di un triangolo il valore della quota (della funzione) è ottenuta con un'interpolazione lineare

TIN: un modo di rappresentare una superficie

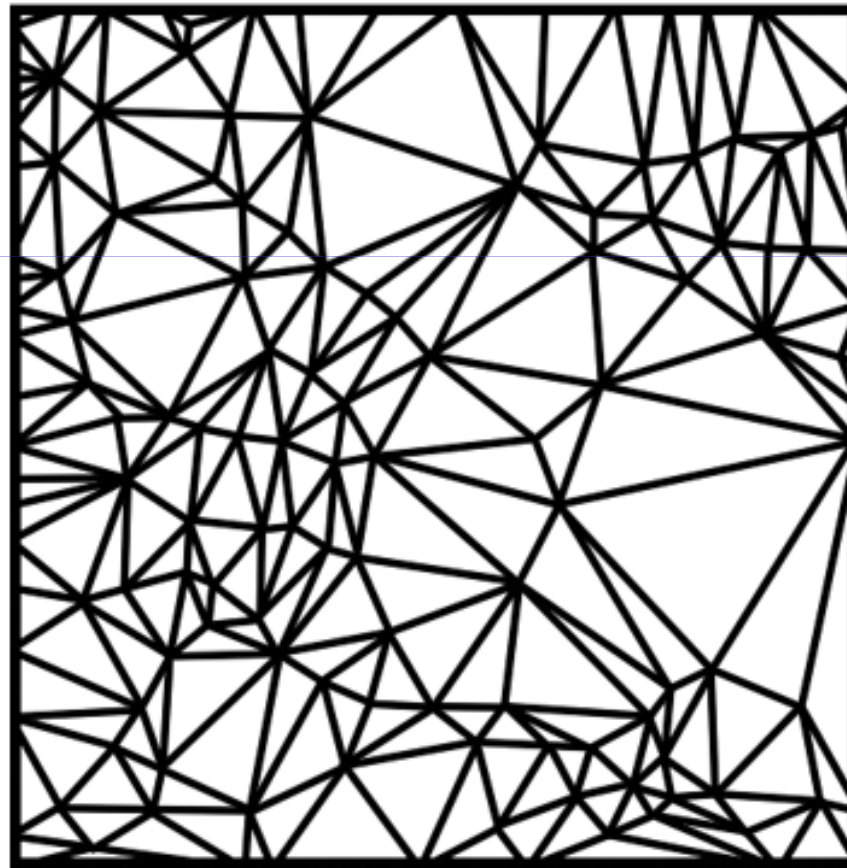
All'interno di ogni triangolo di un TIN

- la quota varia linearmente
- pendenza e orientazione sono costanti

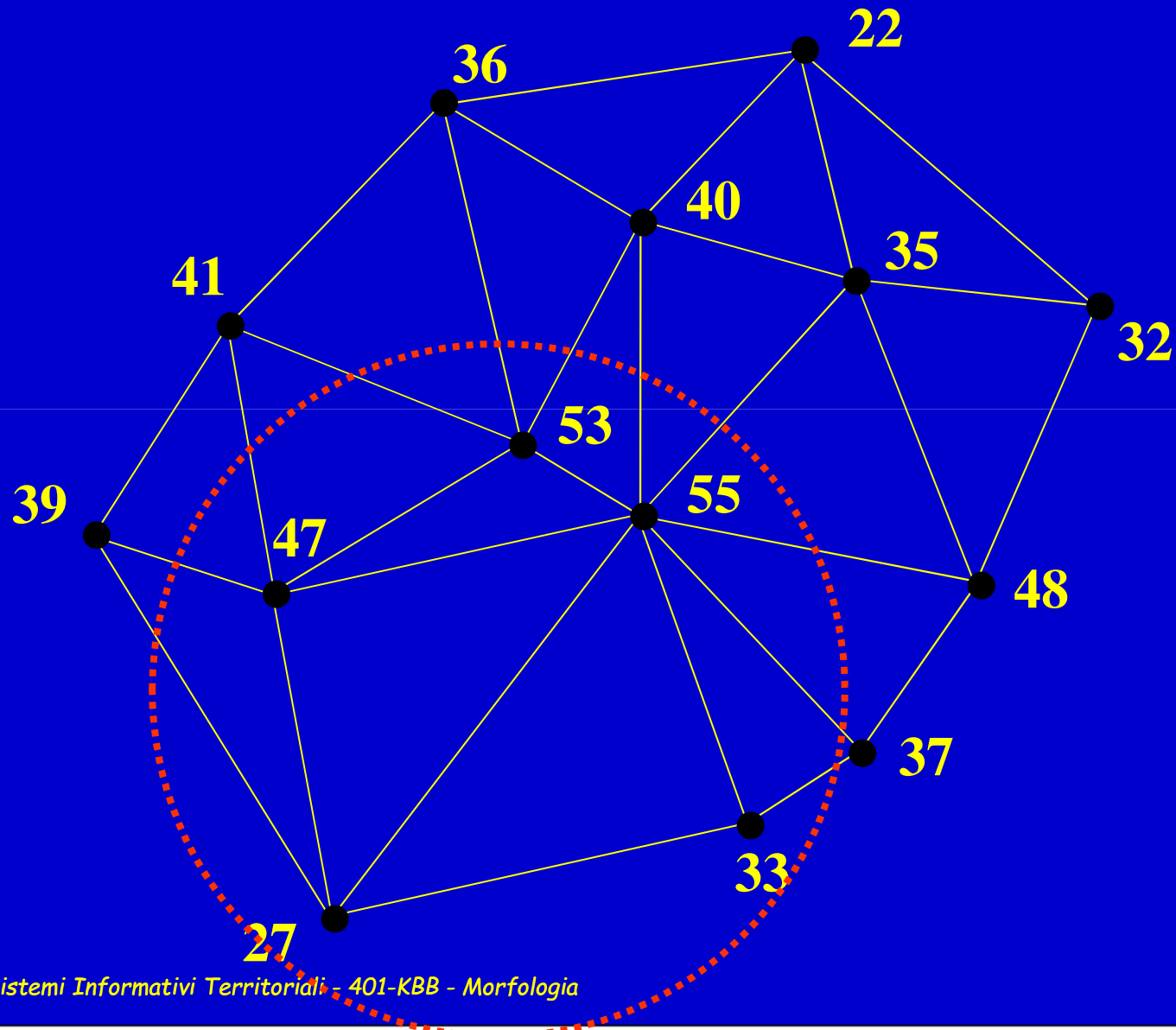


TIN: un modo di rappresentare una superficie

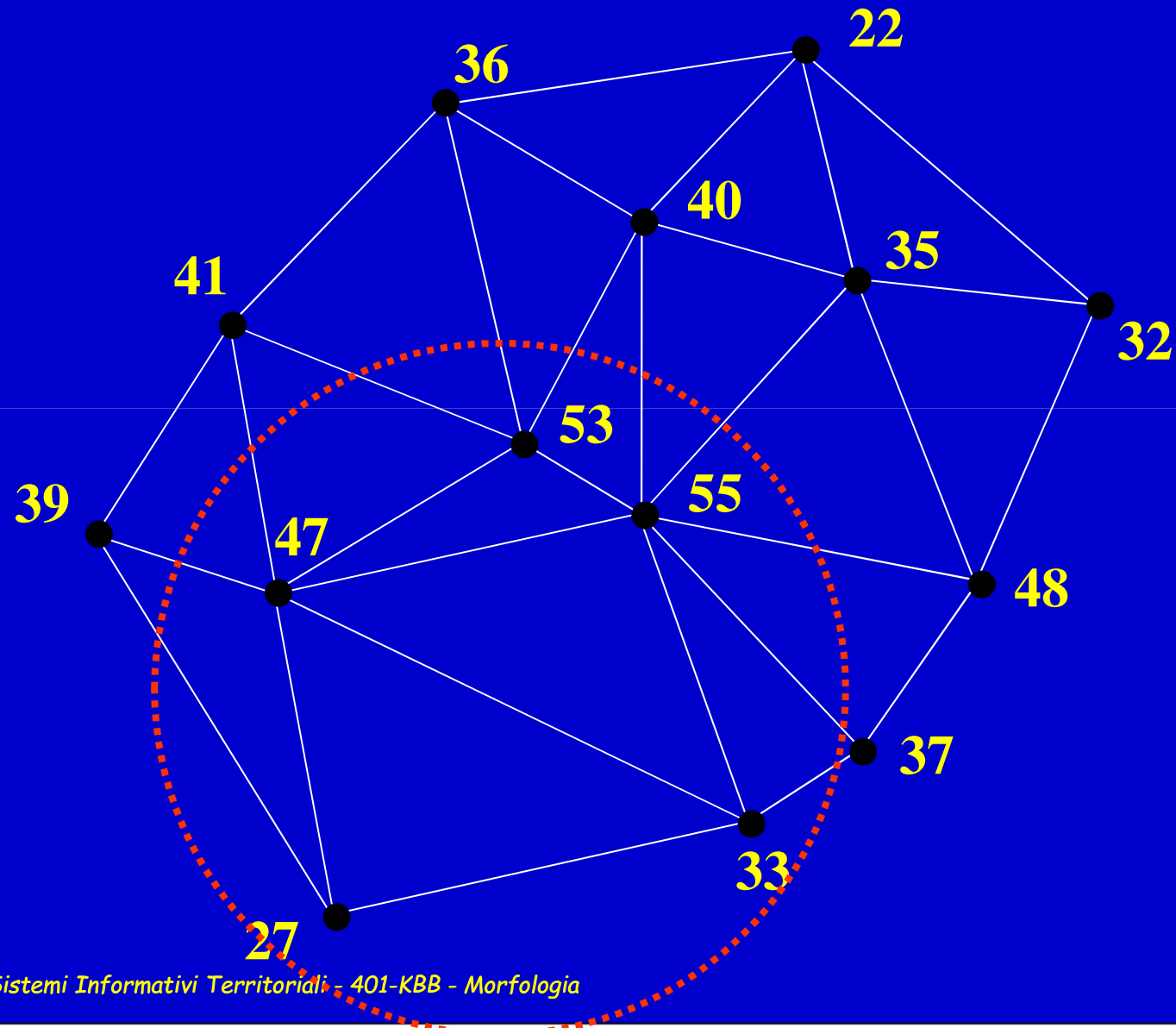
Rispetto al raster, si sfrutta meglio la diversa densità di valori misurati, presumibilmente più densi dove la funzione ha una grande variabilità



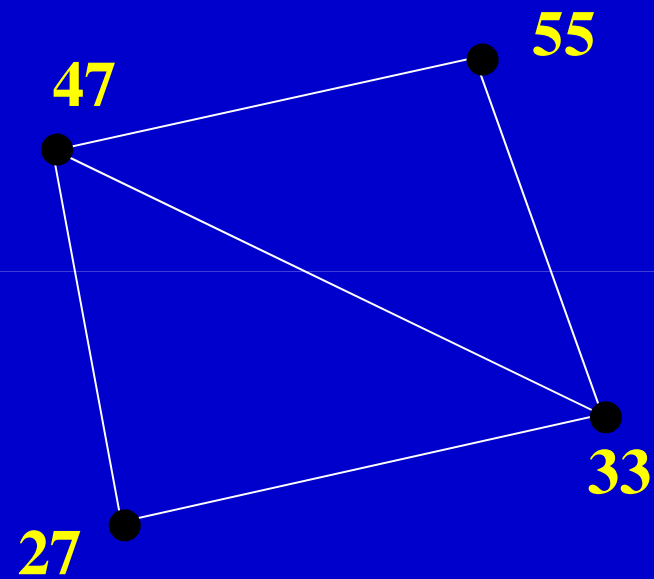
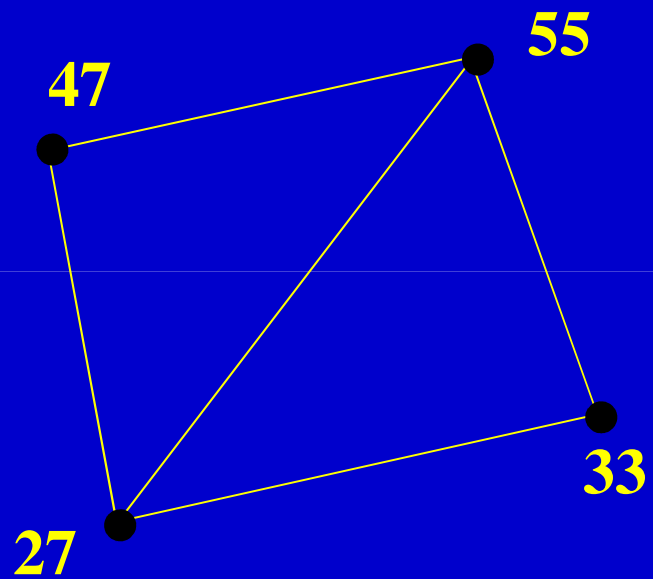
TIN: la scelta dei triangoli



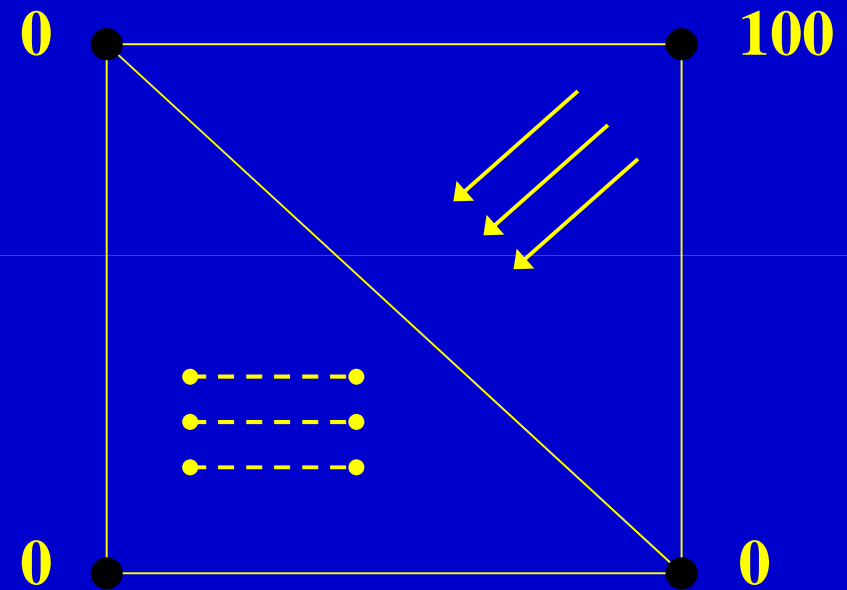
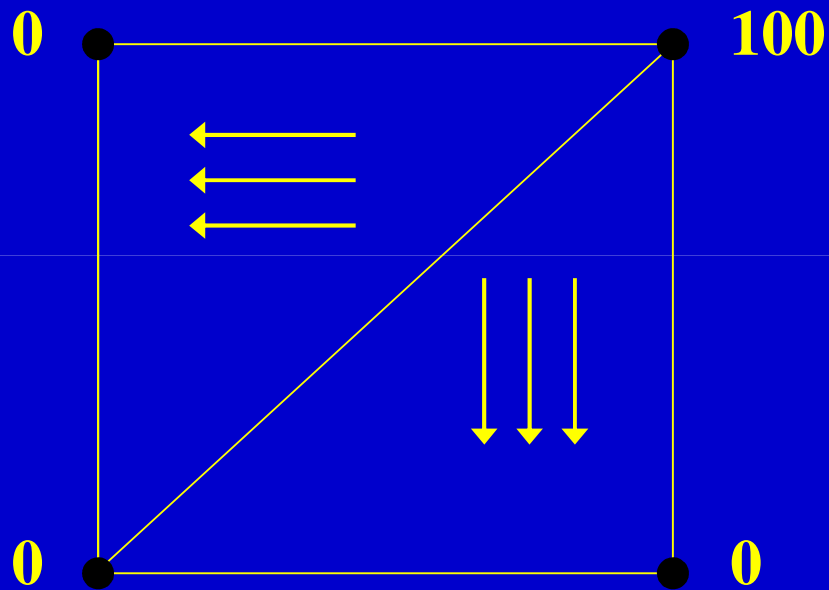
TIN: la scelta dei triangoli



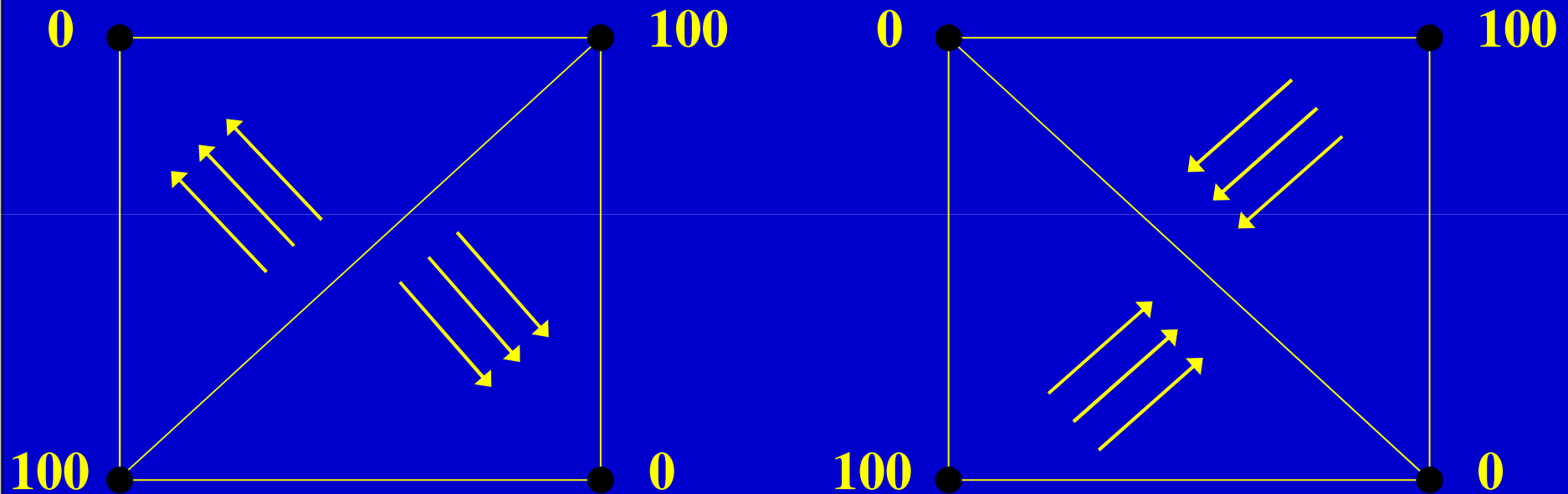
TIN: la scelta dei triangoli



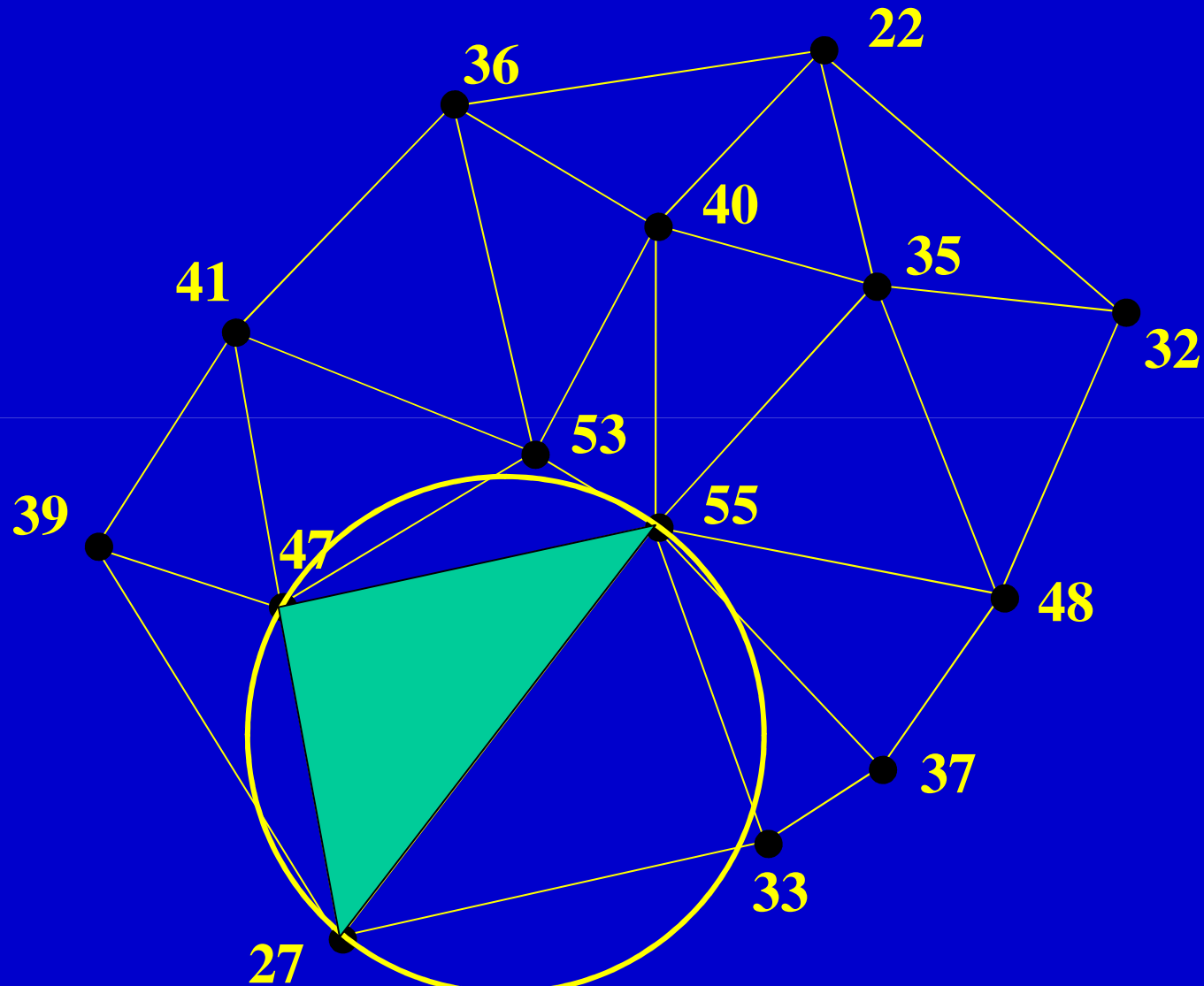
TIN: la scelta dei triangoli



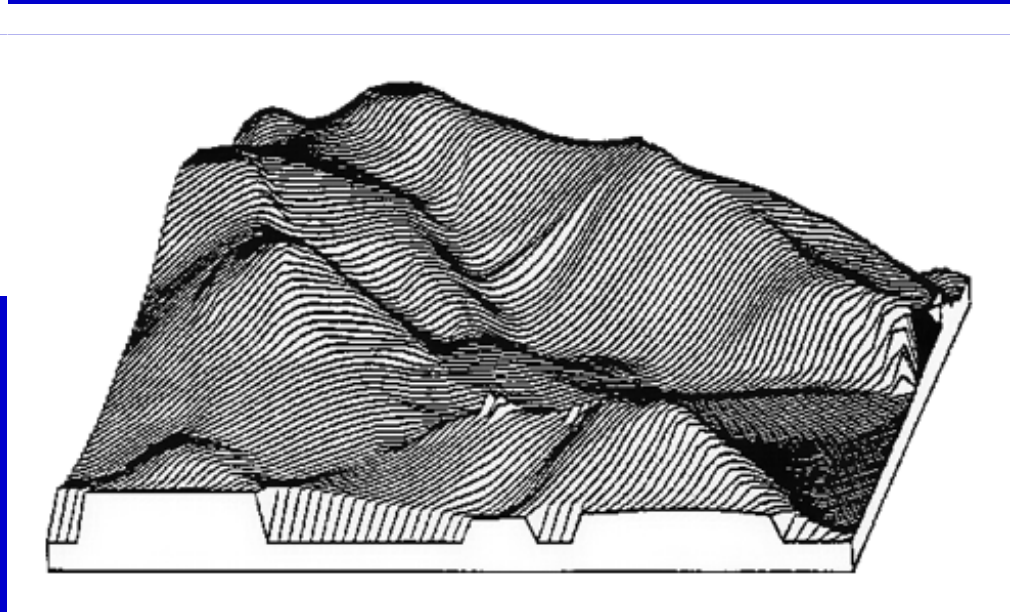
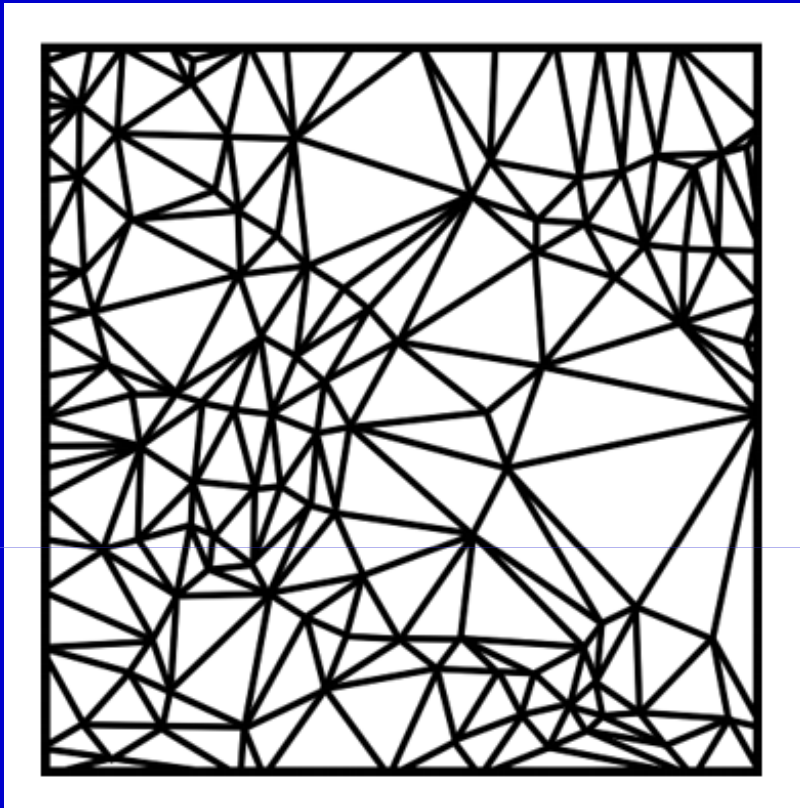
TIN: la scelta dei triangoli



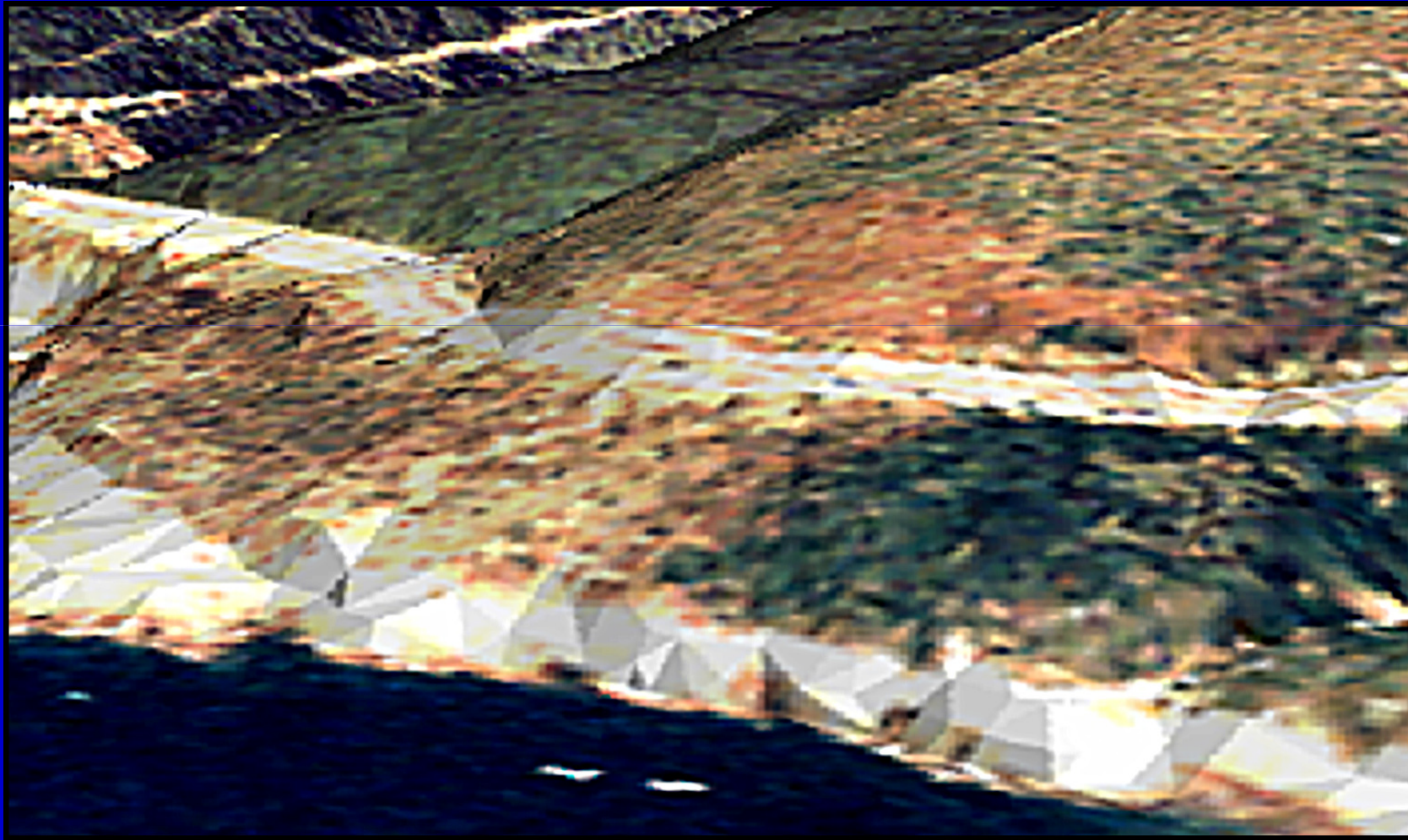
TIN: I triangoli di Delaunay



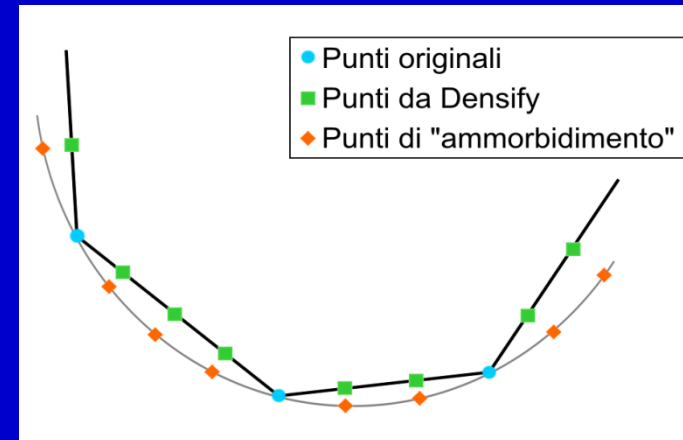
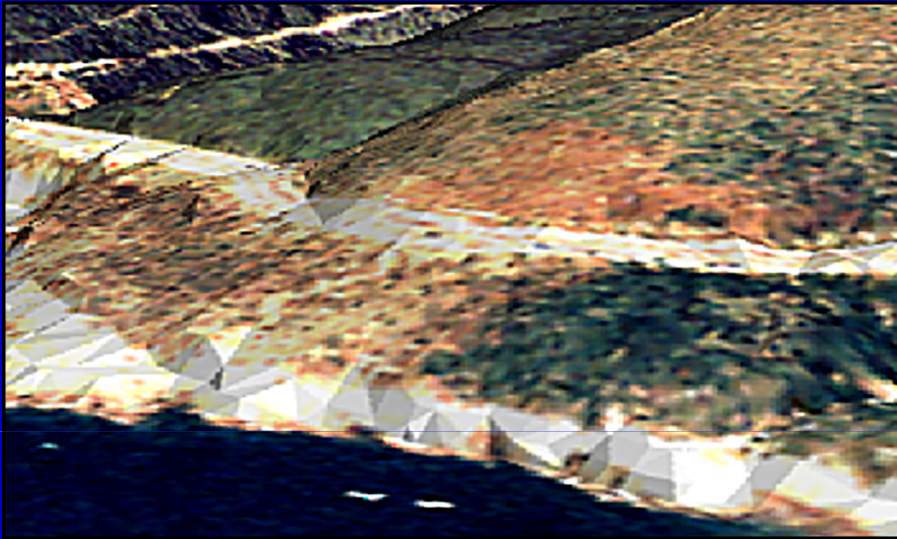
TIN: un modo di rappresentare una superficie



Effetto del modello TIN nella visione 2D $\frac{1}{2}$

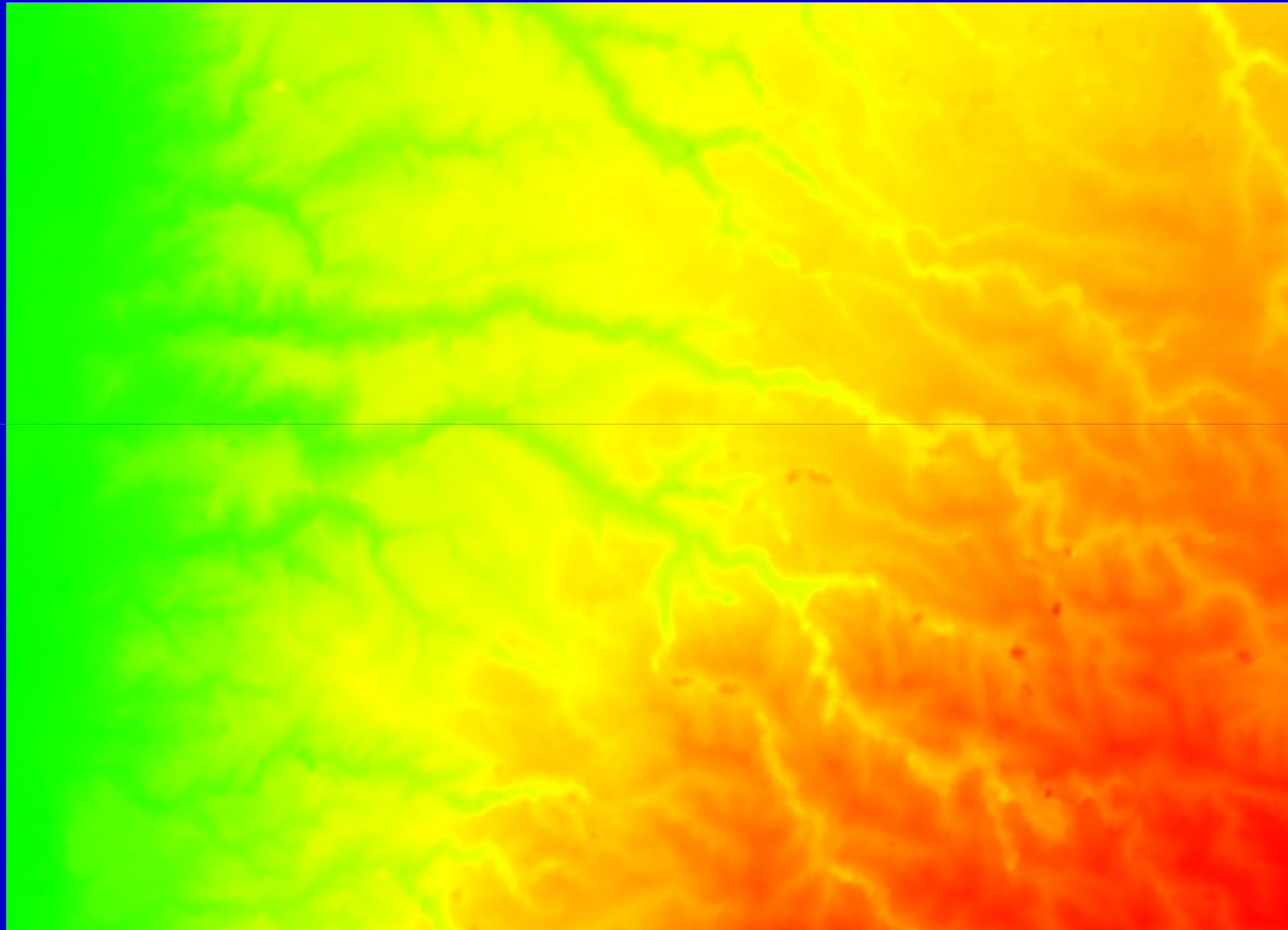


Effetto del modello TIN nella visione 2D $\frac{1}{2}$

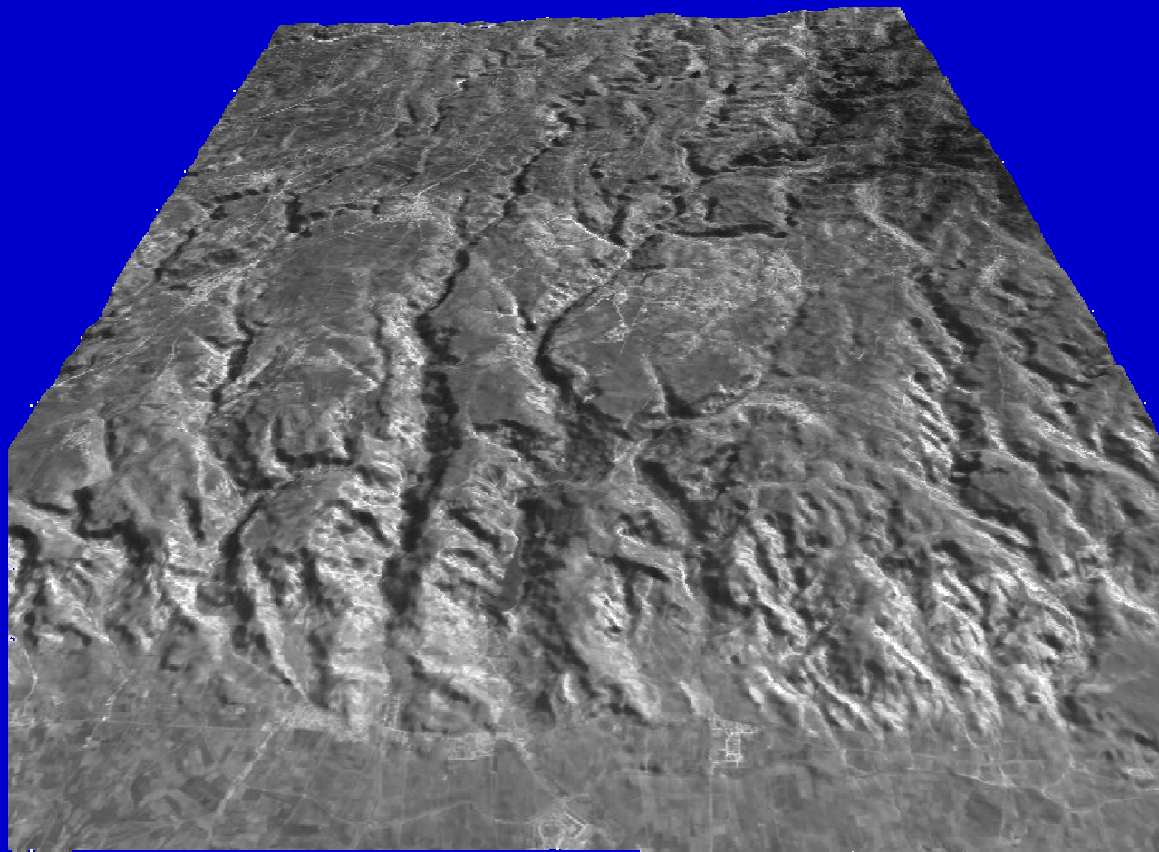


Utilizzo di un DEM per operazioni di restituzione

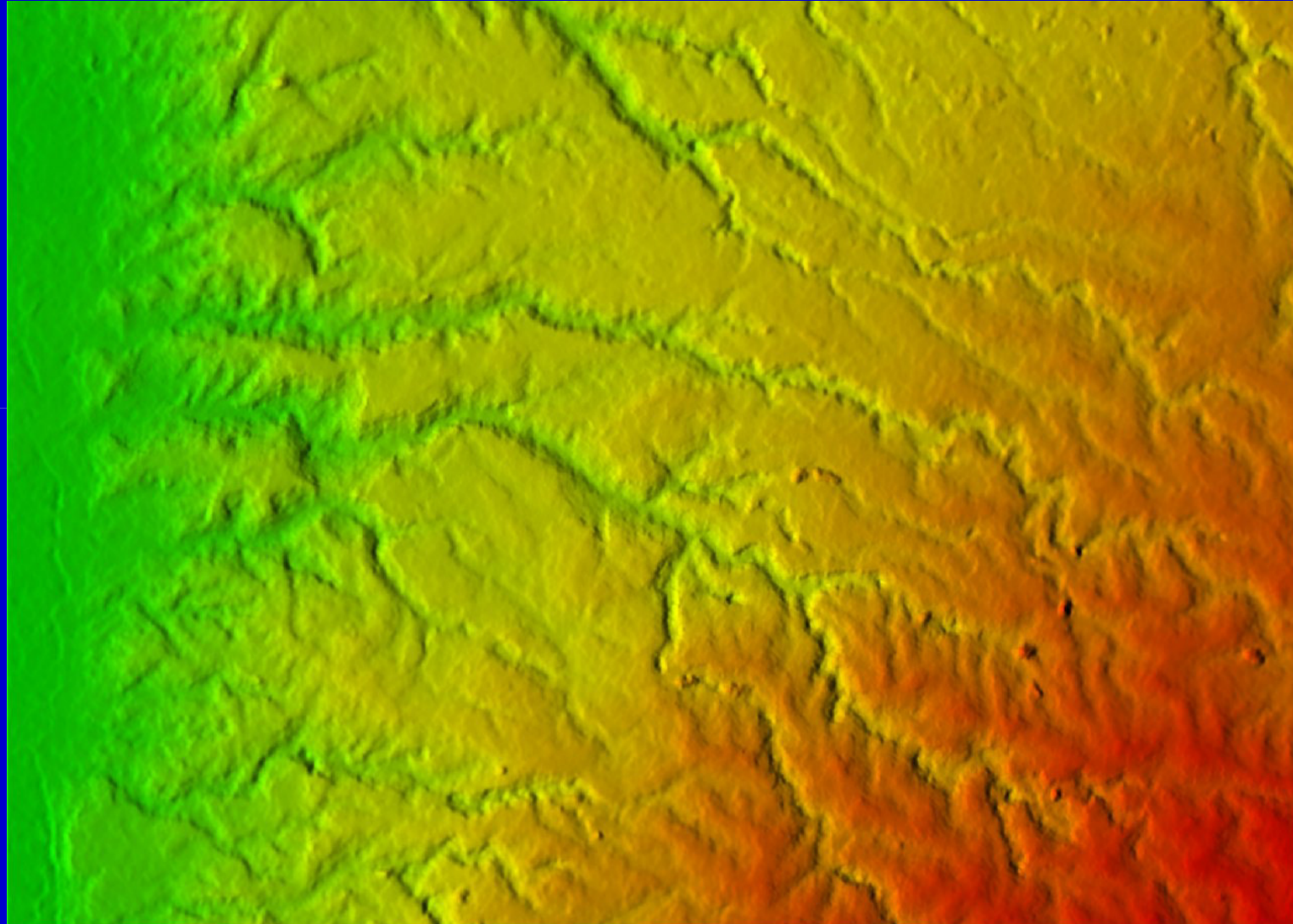
DEM visualizzato 2D con modulazione di colore



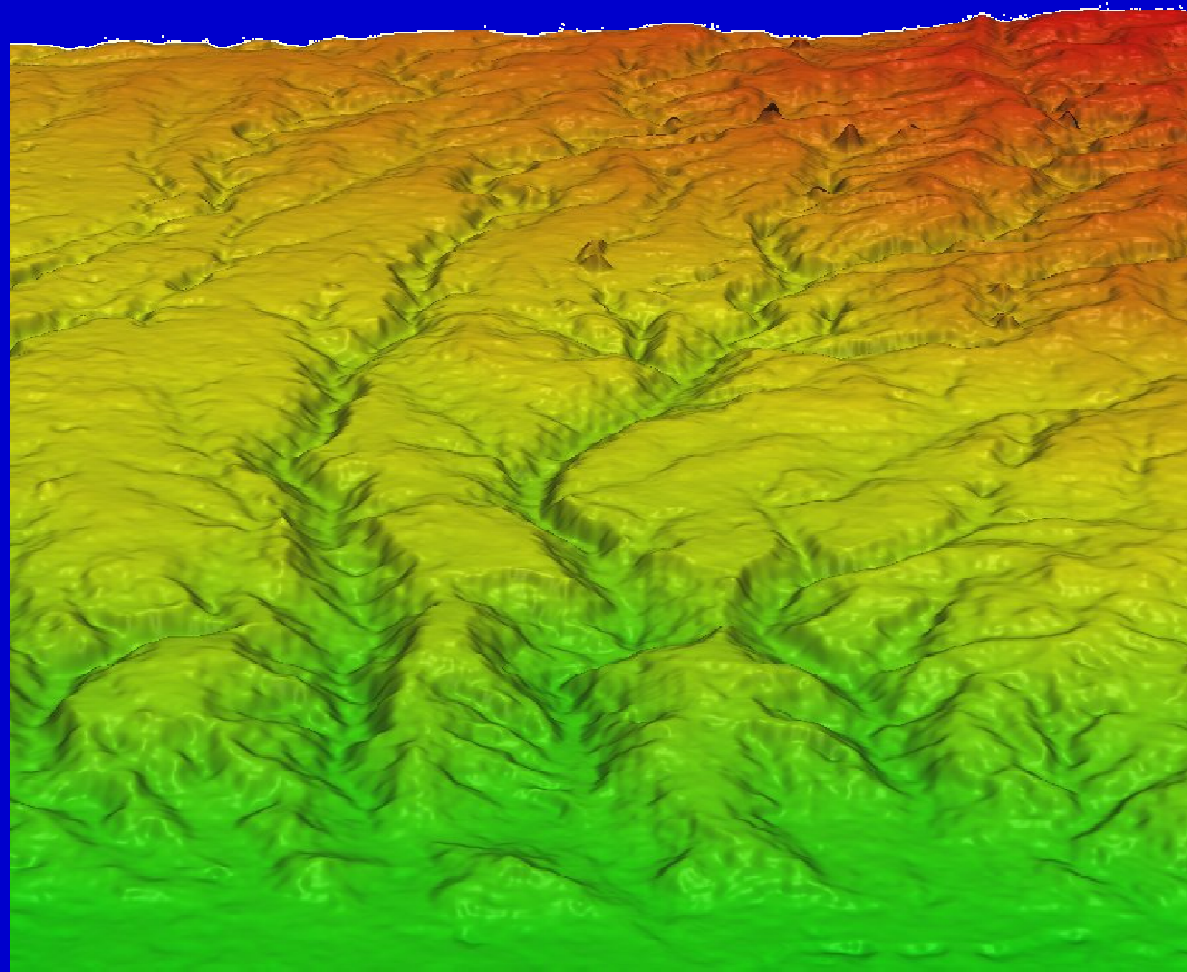
DEM visualizzato $2D\frac{1}{2}$ senza modulazione di colore



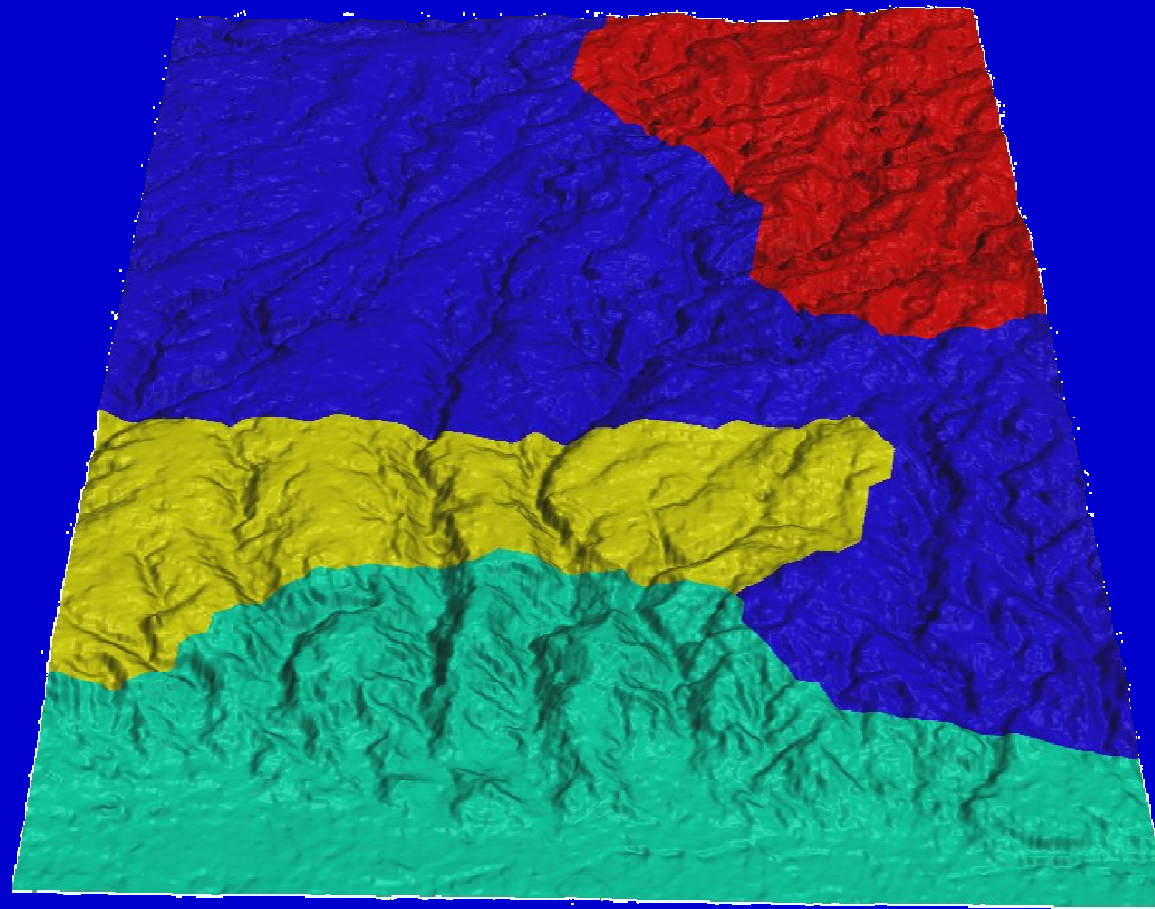
DEM visualizzato 2D con modulazione di colore e ombre



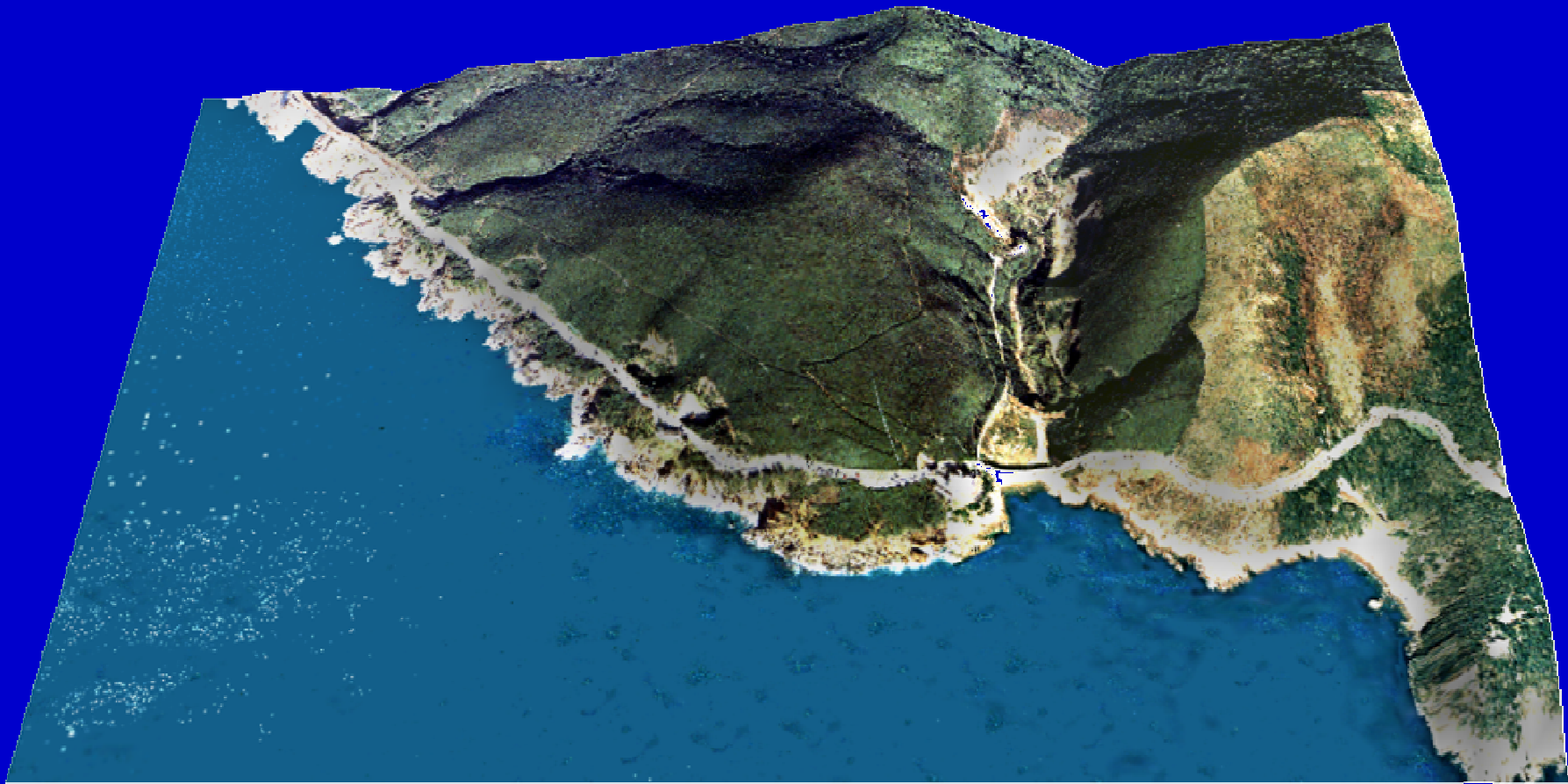
DEM visualizzato $2D\frac{1}{2}$ con modulazione di colore



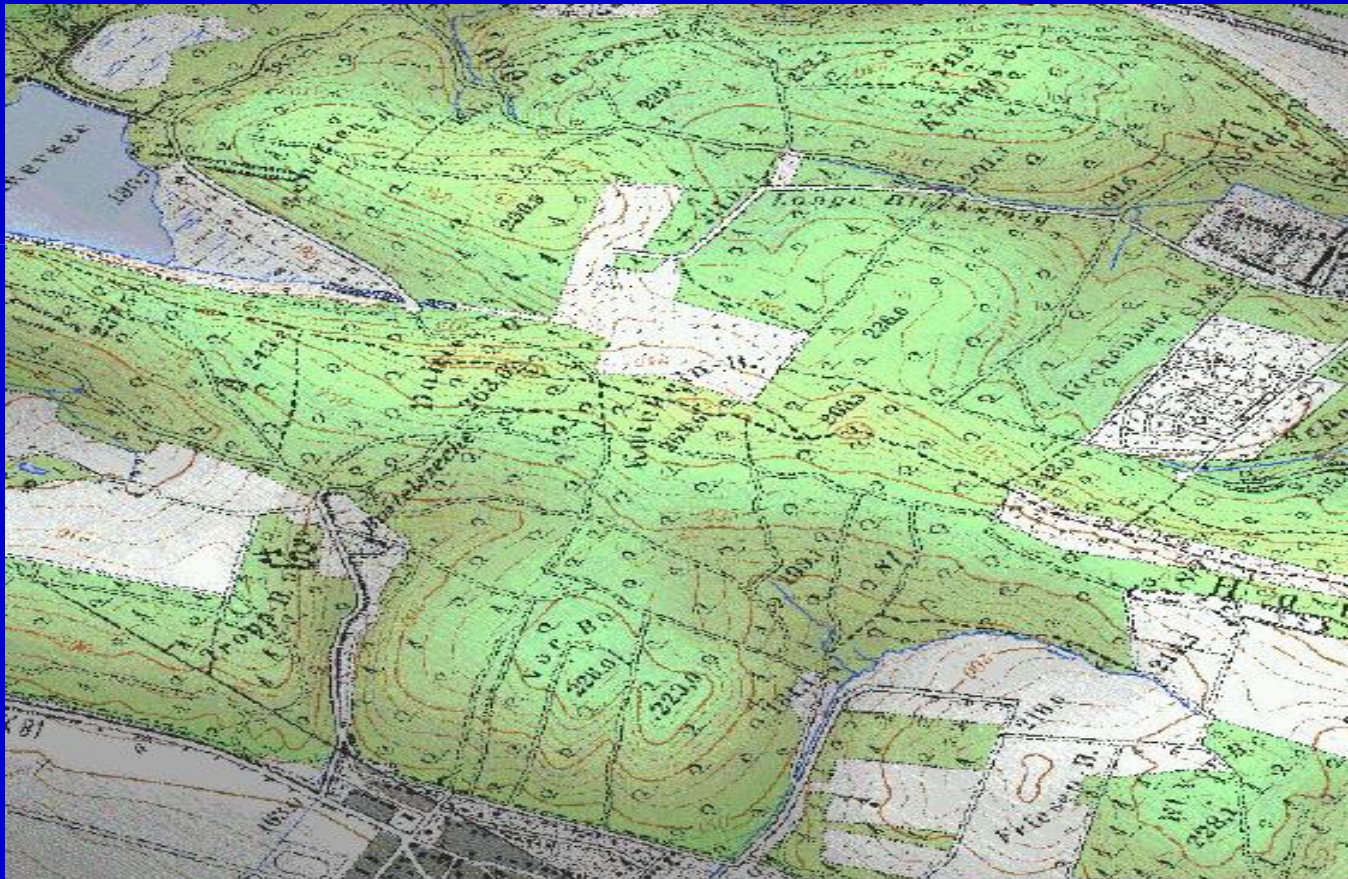
DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con tematismo di origine vettoriale



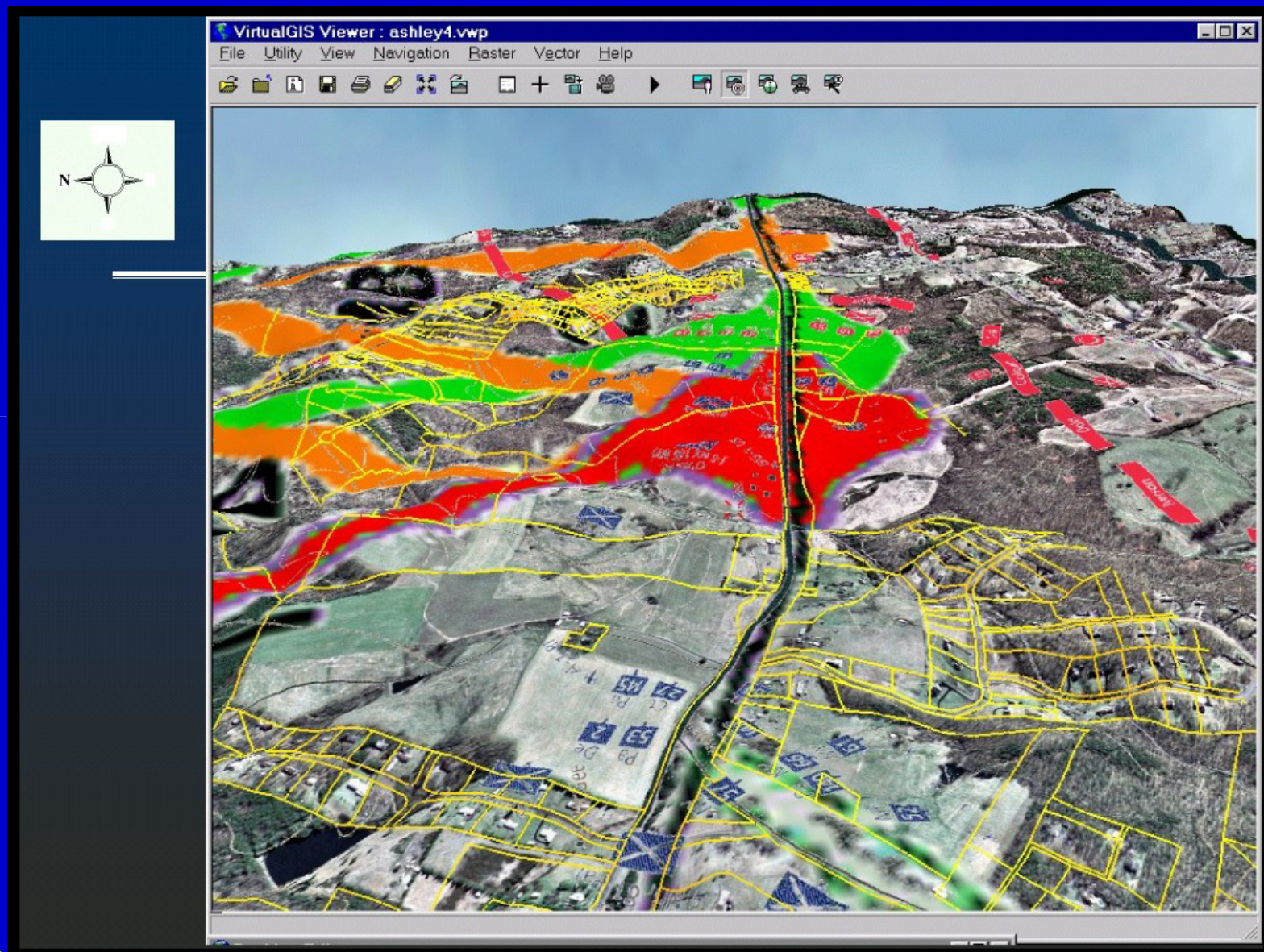
Sovrapposizione di un layer "immagine" ad una vista 2D $\frac{1}{2}$



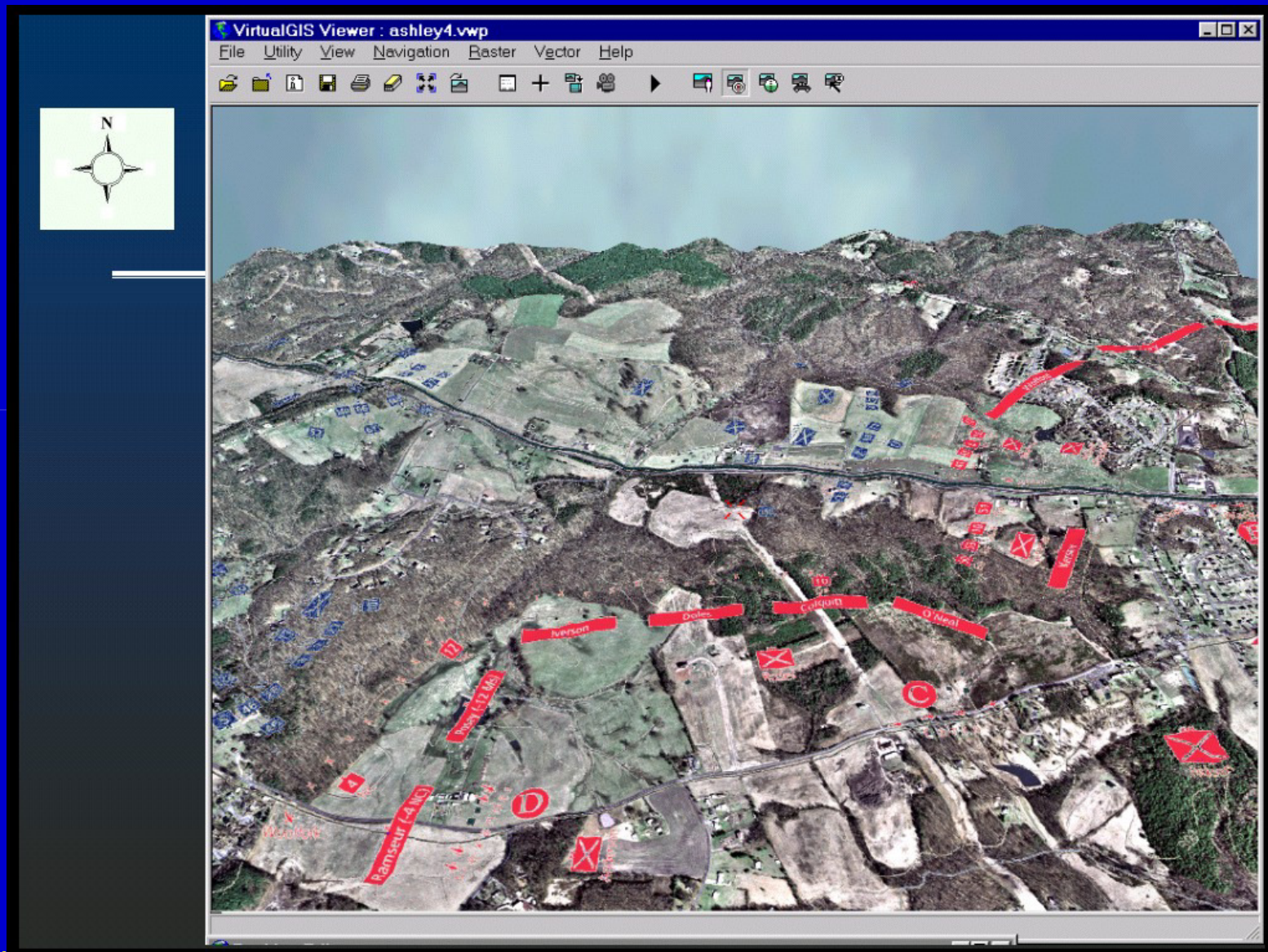
DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con base cartografica raster



DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con immagine telerilevata e tematismi di origine vettoriale



DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con immagine telerilevata e tematismi di origine vettoriale



DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con immagine telerilevata e oggetti CAD



DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con immagine telerilevata e oggetti CAD



DEM visualizzato 2D $\frac{1}{2}$ con immagine telerilevata e oggetti CAD



Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich

<https://mog.labcd.unipi.it/>
paolo.mogorovich@gmail.com