



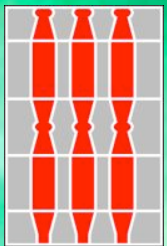
X Meeting degli Utenti Italiani di GRASS & GFOSS

Cagliari, 25-28 Febbraio 2009



Aerogeneratori: un semplice tool GFOSS

A. Minelli, I. Marchesini, P. De Rosa, L. Casagrande, M. Cenci & E. Martini



**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



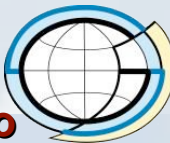
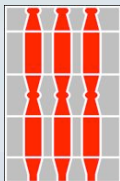
Aerogeneratori: l'impatto visivo



Viene reputato da molti l'impatto maggiore poiché agisce sul paesaggio

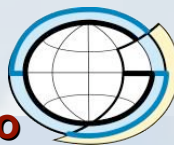
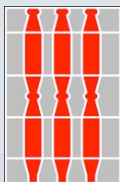


Come si può studiare?



Visibilità degli aerogeneratori

..è necessario..



Visibilità degli aerogeneratori

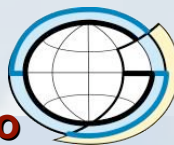
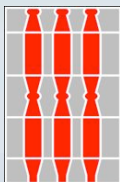
..è necessario..



Rappresentare efficacemente gli impianti



Definire quantitativamente l'impatto visivo



r.wind

input:

DEM

Punti di inserimento

Altezza torre eolica

Direzione del vento

Raggio di analisi

Ortofotocarta in background

r.wind

Visualizza impianti eolici su un DEM in 3D ed esegue l'analisi di impatto visivo

Options View Analysis Output

Modello digitale del terreno su cui piazzare gli impianti: (dem: string, required)
dem

Mappa vettoriale di punti su cui disporre gli aerogeneratori: (input: string, required)
punti

Altezza degli impianti (m): (high: float, required)
80

Direzione del vento in gradi partendo da NORD: (wind: float, required)
45

Distanza dall'impianto nel raggio della quale si vuole verificare la visibilità dello stesso (m): (from: float, required)
2000

Eventuale ortofotocarta da inserire in background: (horo: string, optional)
orto

Mappa vettoriale in pianta degli aerogeneratori: (windfarm2: string, required)
piana

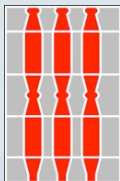
Mappa vettoriale 3D degli aerogeneratori: (windfarm3: string, required)
tredi

Allow overrule

Run quietly

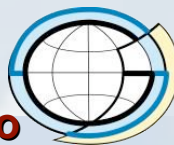
r.wind dem=dem input=punti high=80 wind=45 from=2000 horo=orto windfarm2=piana windfarm3=tredi impact=impatto

Run Help Clear Close



Regione
Umbria

Gfosservices
Studio Associato




r.wind

output:

Mappa aerogeneratori in pianta

Mappa aerogeneratori in tredi

Mappa dell'indice di impatto

Distanza dall'impianto nel raggio della quale si vuole verificare la visibilità dello stesso (m)	(from: float, required)
2000	
Eventuale ortofotocarta da inserire in background	(foto: string, optional)
 orto	
Mappa vettoriale in pianta degli aerogeneratori	(windfarm2: string, required)
pianta	
Mappa vettoriale 3D degli aerogeneratori	(windfarm3: string, required)
tredi	
<input type="checkbox"/> Allow overwrite	
<input type="checkbox"/> Run quietly	

r.wind

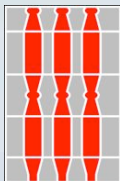
Visualizza impianti eolici su un DEM in 3D ed esegue l'analisi di impatto visivo

Options View Analysis Output

Mappa dell'impatto visivo:	(impact: string, optional)
impatto	

r.wind dem=dem input=punti high=80 wind=45 from=2000 foto=orto windfarm2=pianta windfarm3=tredi impact=impatto

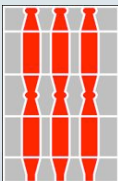
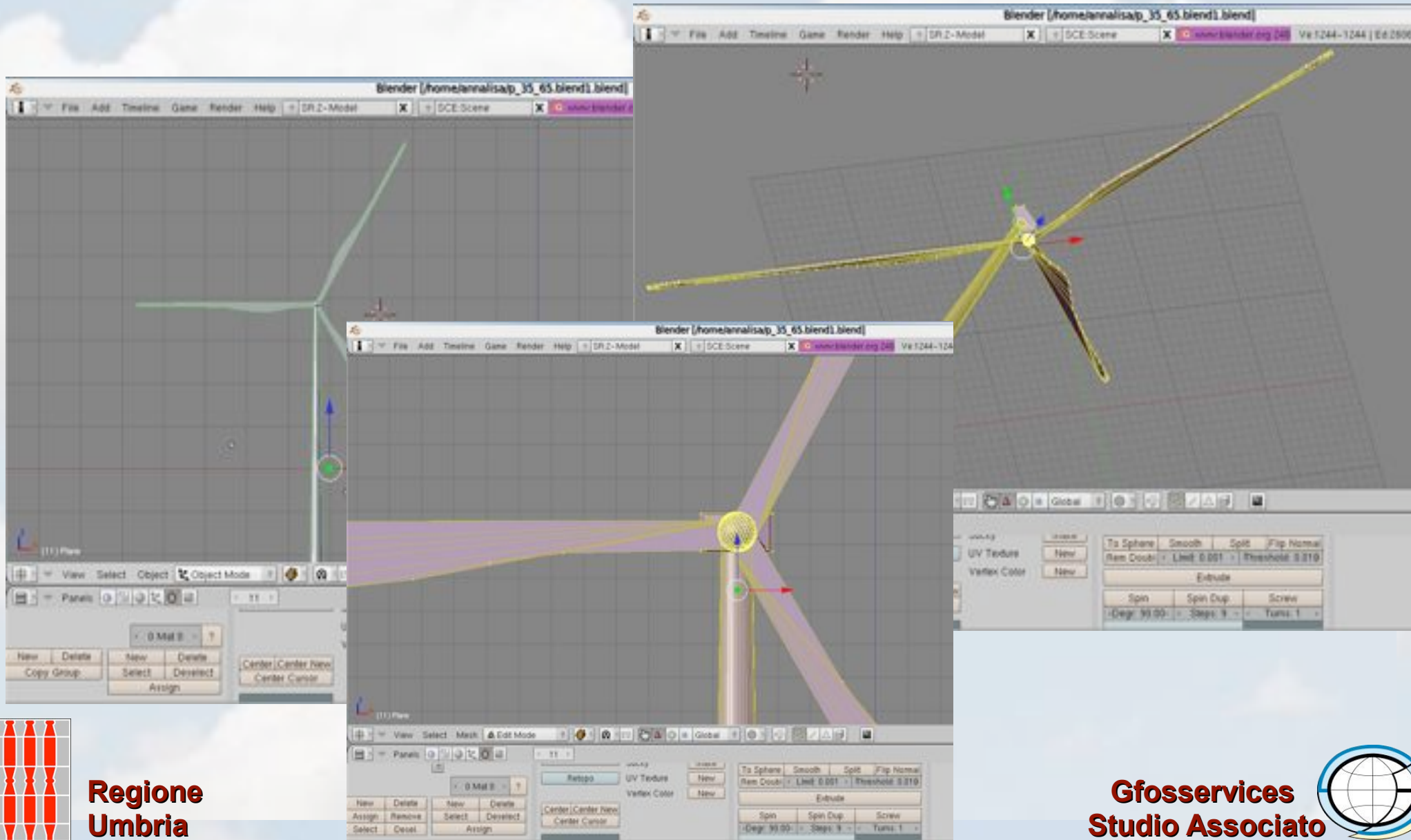
Run Help Clear Close



r.wind: come procede

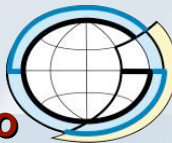


Creazione modello 3D con Blender, esportato in .dxf



**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



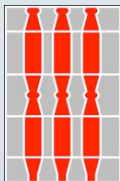
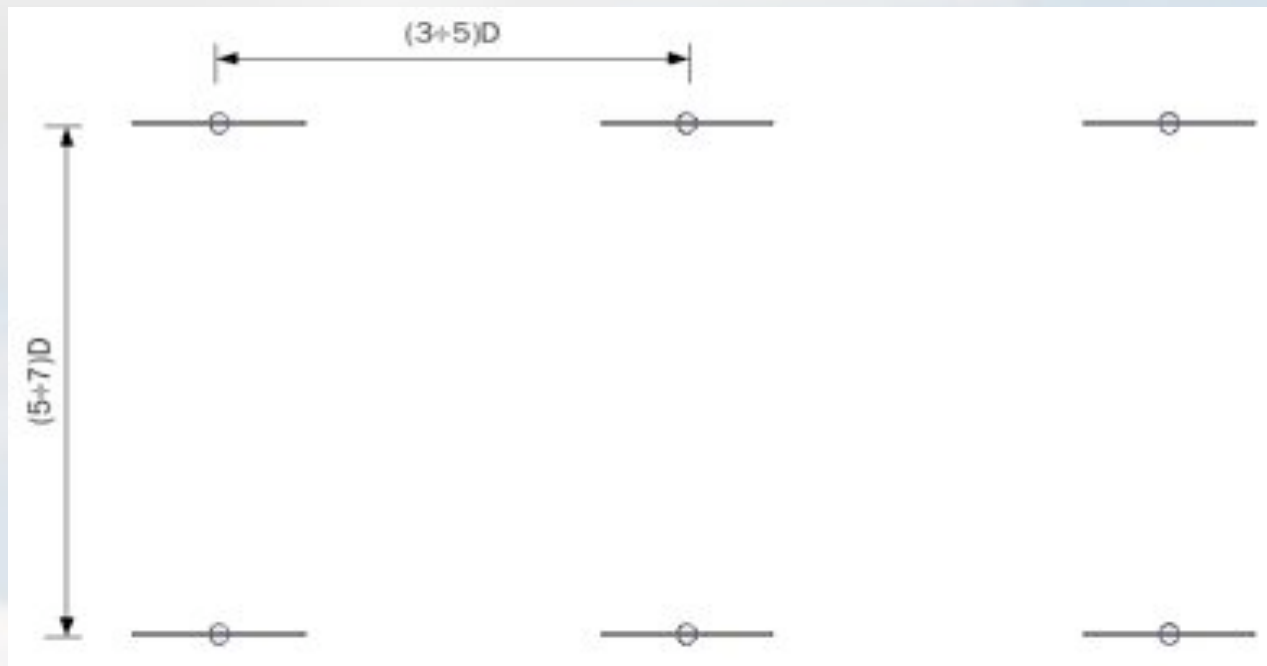
r.wind: come procede



Visualizzazione degli impianti in 2D con le rispettive aree di influenza e in 3D su NVIZ

2D

A livello progettuale, a seconda della disposizione scelta per gli aerogeneratori, si può definire il campo di influenza di ogni impianto, campo cioè all'interno del quale si fa più sentire l'effetto di turbolenza generato dal movimento del rotore.



r.wind: come procede

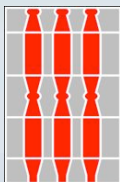
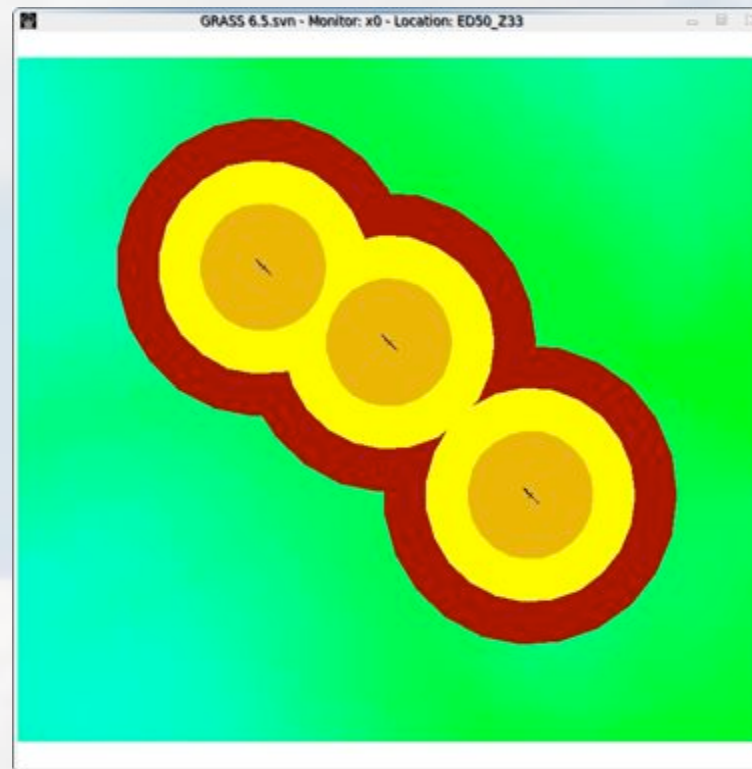


Visualizzazione degli impianti in 2D con le rispettive aree di influenza e in 3D su NVIZ

2D

A livello progettuale, a seconda della disposizione scelta per gli aerogeneratori, si può definire il campo di influenza di ogni impianto, campo cioè all'interno del quale si fa più sentire l'effetto di turbolenza generato dal movimento del rotore.

Questo fattore, pur essendo evidenziato dallo script durante il routing, non è comunque vincolante dal momento che nella pratica progettuale non è infrequente la disposizione "libera" degli aerogeneratori, ad esempio lungo una linea di costa o un'infrastruttura lineare.



r.wind: come procede

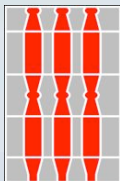


Visualizzazione degli impianti in 2D con le rispettive aree di influenza e in 3D su NVIZ

2D

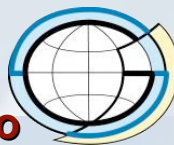
A livello progettuale, a seconda della disposizione scelta per gli aerogeneratori, si può definire il campo di influenza di ogni impianto, campo cioè all'interno del quale si fa più sentire l'effetto di turbolenza generato dal movimento del rotore.

Questo fattore, pur essendo evidenziato dallo script durante il routing, non è comunque vincolante dal momento che nella pratica progettuale non è infrequente la disposizione "libera" degli aerogeneratori, ad esempio lungo una linea di costa o un'infrastruttura lineare.



**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



r.wind: come procede



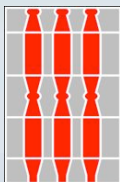
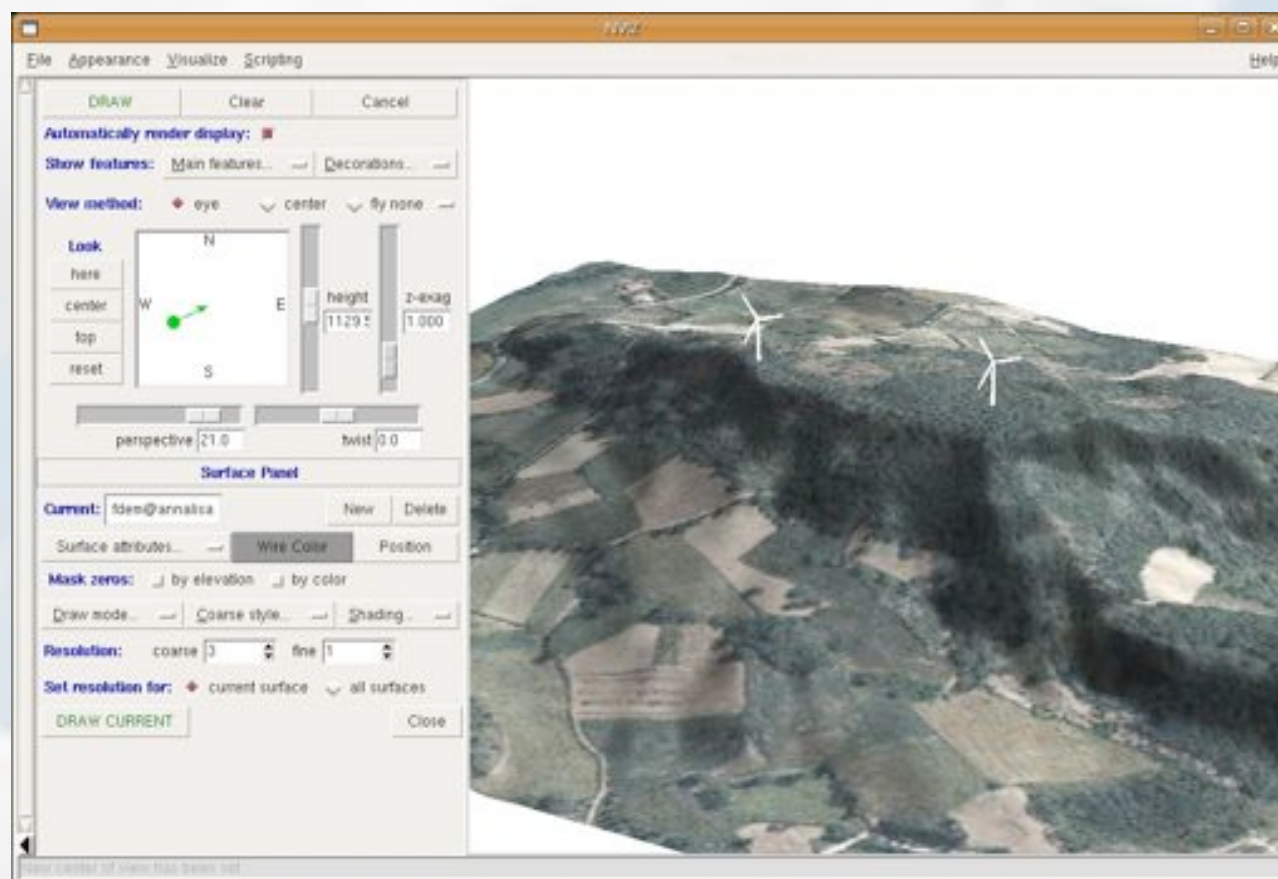
Visualizzazione degli impianti in 2D con le rispettive aree di influenza e in 3D su NVIZ

3D

La visualizzazione, specie grazie alla sovrapposizione al DEM di un'ortofotocarta, risulta particolarmente efficace.

L'impianto viene:

- Scalato;
- Orientato;
- Innalzato sul DEM;
- Visualizzato.



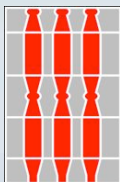
r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

Mentre la visualizzazione degli impianti è piuttosto “semplice” ed intuitiva, risulta più complesso **quantificare** l'impatto. Per fare ciò ci si è avvalsi delle leggi dell'ottica.

L'idea è quella di definire un **indice continuo** che valuti lo spazio occupato dall'**oggetto** (aerogeneratore) all'interno di quello percepito dall'occhio umano (**F.O.V.**).



r.wind: come procede



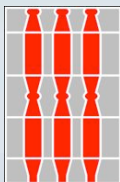
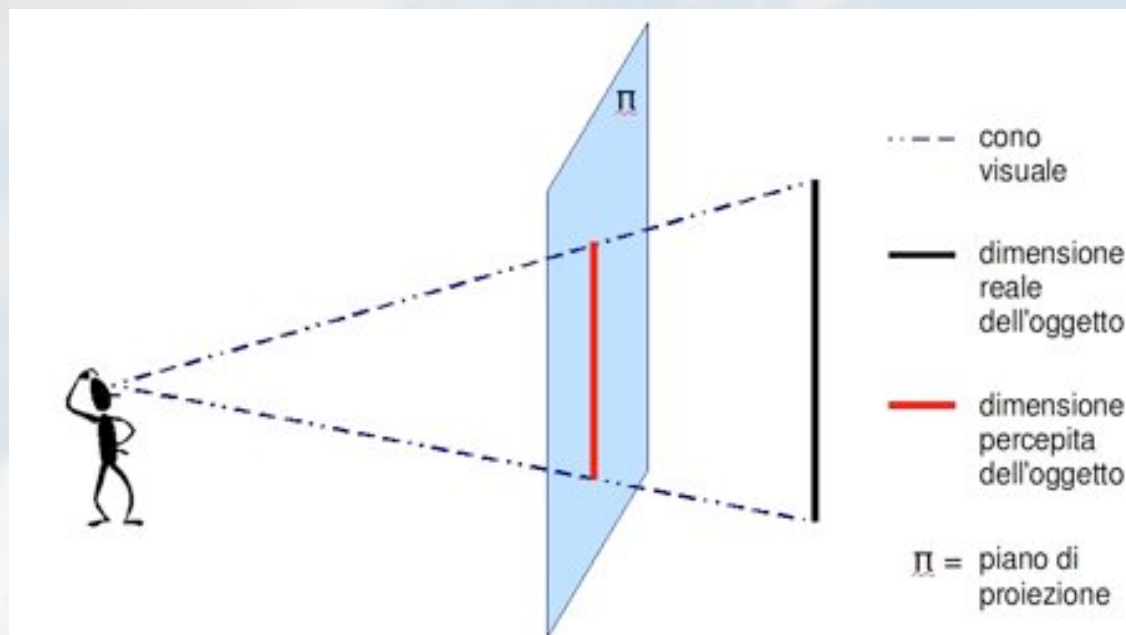
Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Osservando l'aerogeneratore da un punto, questo si percepisce distorto in funzione della posizione relativa del punto rispetto all'impianto.

Sulla percezione hanno effetto:

- La distanza di osservazione (a seconda del piano di proiezione);



r.wind: come procede



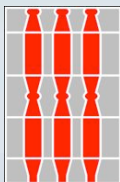
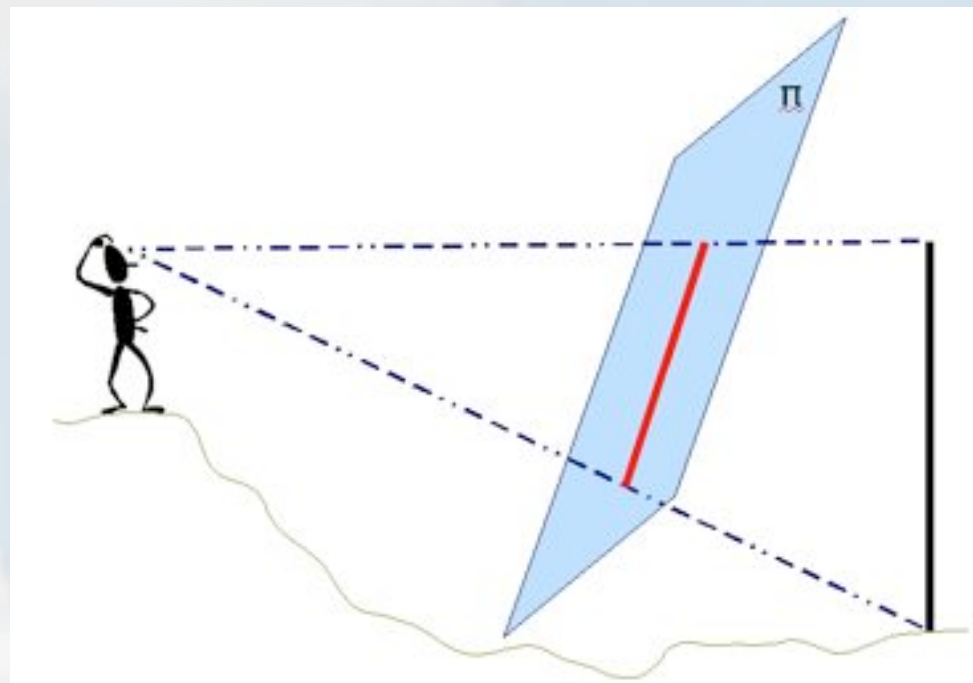
Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Osservando l'aerogeneratore da un punto, questo si percepisce distorto in funzione della posizione relativa del punto rispetto all'impianto.

Sulla percezione hanno effetto:

- La distanza di osservazione;
- La quota di osservazione.



r.wind: come procede

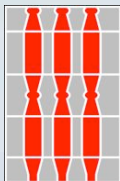
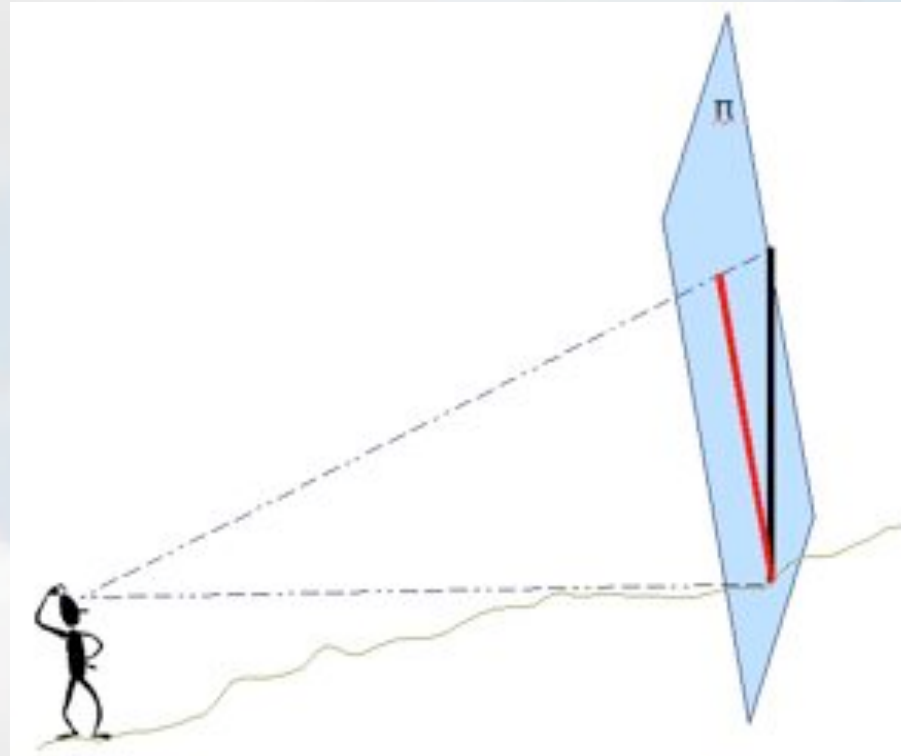


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Per semplicità si sceglie di posizionare il piano di proiezione alla distanza dell'oggetto dall'osservatore. L'oggetto viene proiettato:

- a partire dall'estremità inferiore, se l'osservatore si trova ad una quota minore di quella della metà dell'oggetto osservato;



r.wind: come procede

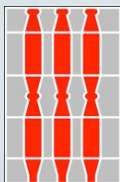
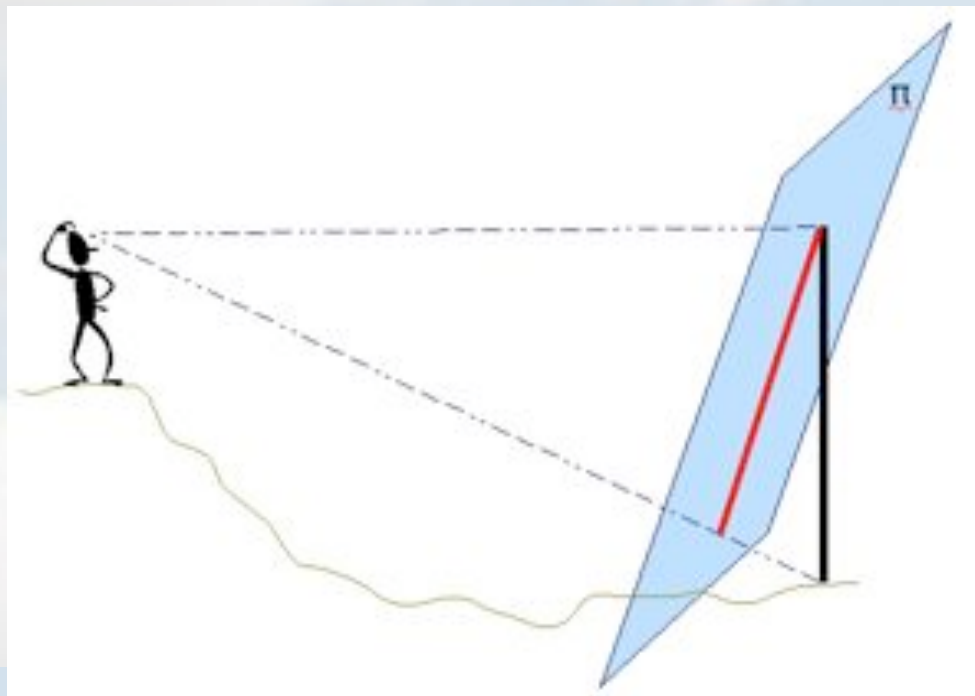


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Per semplicità si sceglie di posizionare il piano di proiezione alla distanza dell'oggetto dall'osservatore. L'oggetto viene proiettato:

- a partire dall'estremità inferiore, se l'osservatore si trova ad una quota minore di quella della metà dell'oggetto osservato;
- a partire dall'estremità superiore, se l'osservatore si trova ad una quota maggiore o uguale di quella della metà dell'oggetto osservato;



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

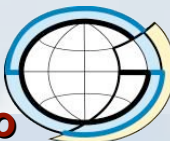
L'oggetto

Dato che poi l'oggetto va considerato quantomeno in 2D (il sistema torre+rotore può essere sinteticamente ridotto alle forme geometriche di trapezio+cerchio), lo stesso effetto di distorsione si ha anche per l'area spazzata dal rotore (che assume forma ellissoidica):



**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



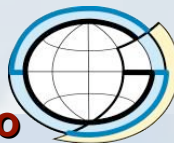
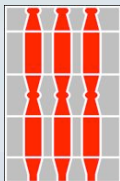
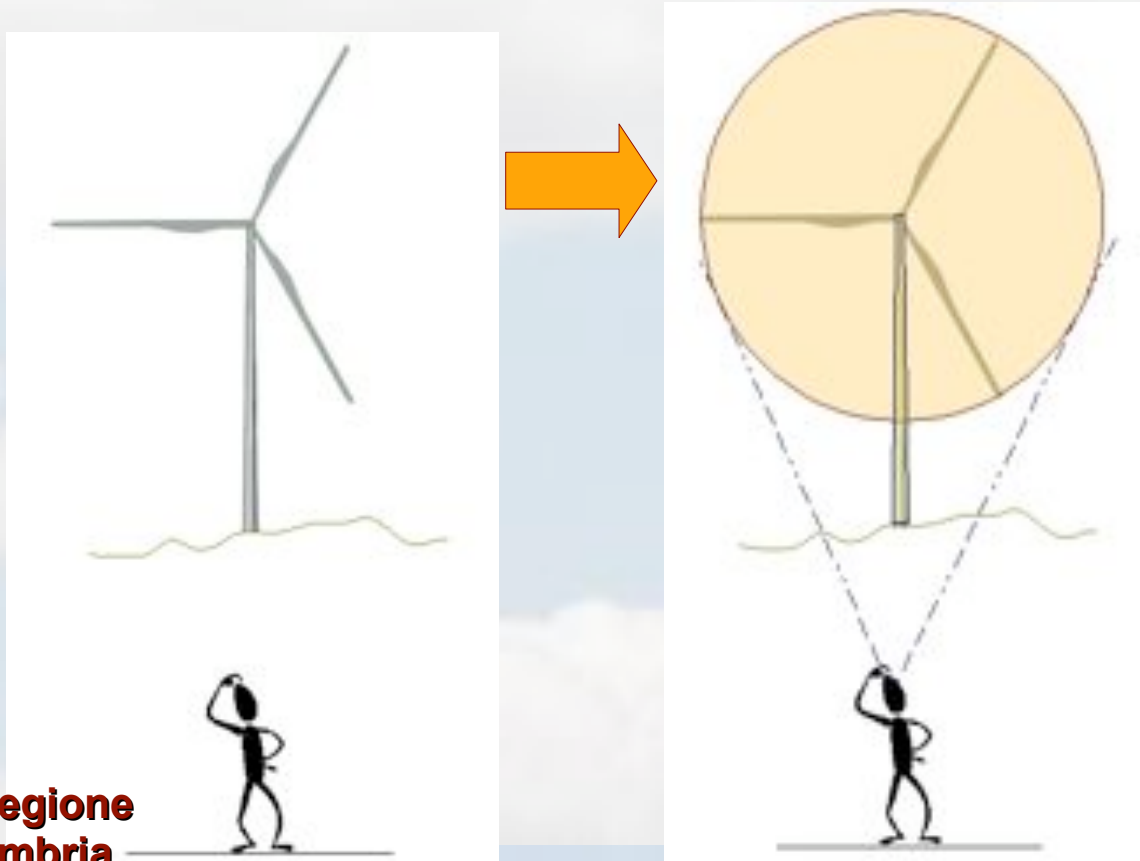
r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Dato che poi l'oggetto va considerato quantomeno in 2D (il sistema torre+rotore può essere sinteticamente ridotto alle forme geometriche di trapezio+cerchio), lo stesso effetto di distorsione si ha anche per l'area spazzata dal rotore (che assume forma ellissoidica):



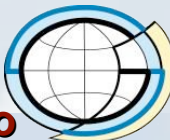
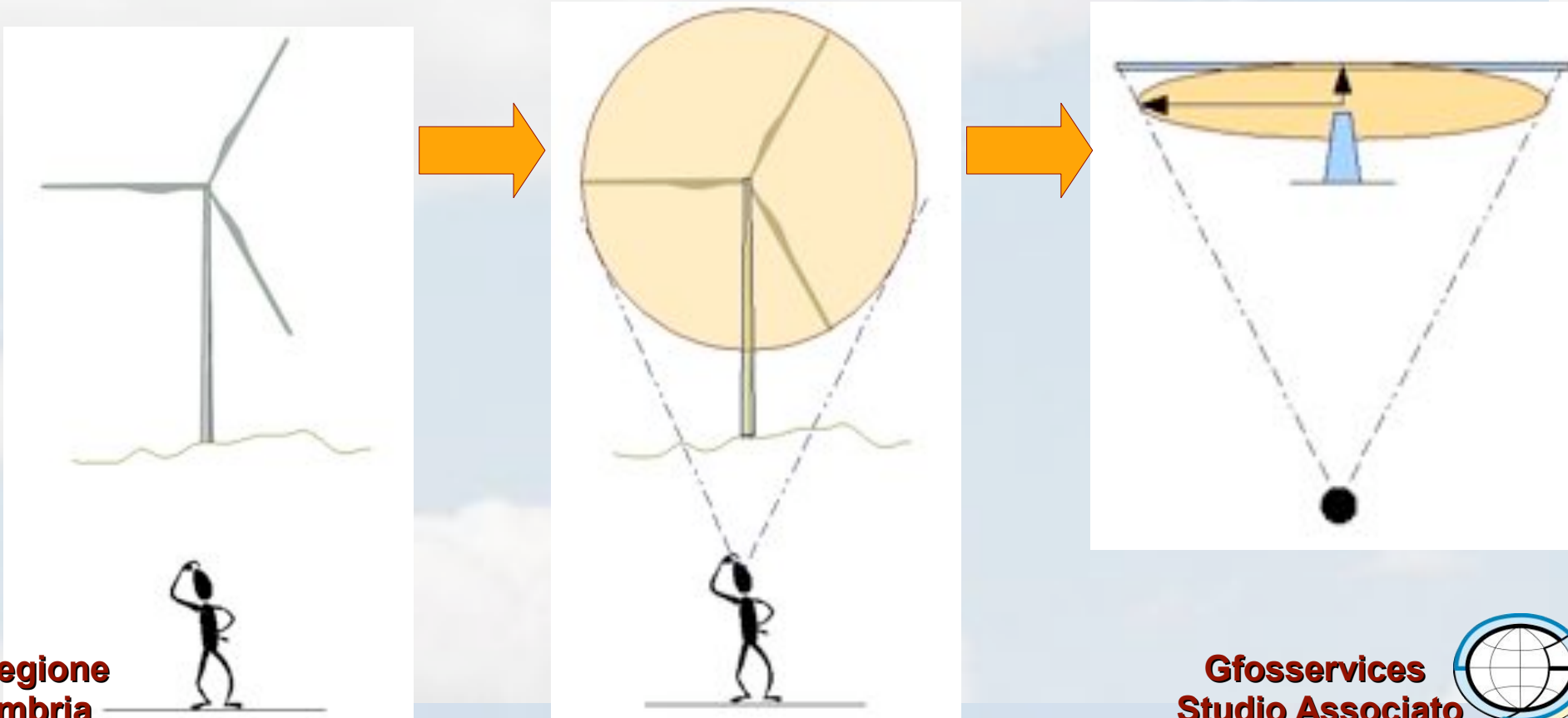
r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Dato che poi l'oggetto va considerato quantomeno in 2D (il sistema torre+rotore può essere sinteticamente ridotto alle forme geometriche di trapezio+cerchio), lo stesso effetto di distorsione si ha anche per l'area spazzata dal rotore (che assume forma ellissoidica):



r.wind: come procede

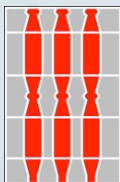
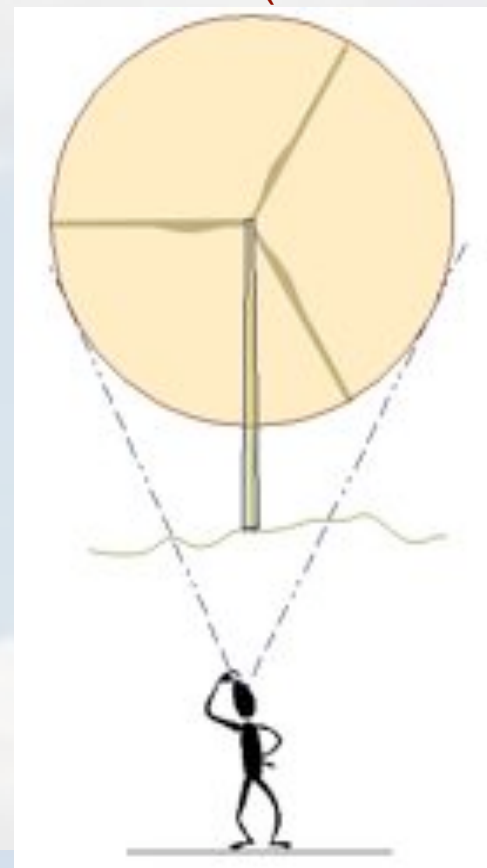


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

Dato che poi l'oggetto va considerato quantomeno in 2D (il sistema torre+rotore può essere sinteticamente ridotto alle forme geometriche di trapezio+cerchio), lo stesso effetto di distorsione si ha anche per l'area spazzata dal rotore (che assume forma ellissoidica):

seppure l'area occupata dalle pale sia notevolmente inferiore a quella spazzata, si sceglie di considerare quest'ultima per la valutazione dell'impatto, dal momento che non si può tener conto dell'effetto dato dal movimento del rotore.



r.wind: come procede

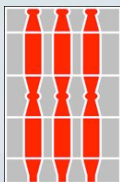
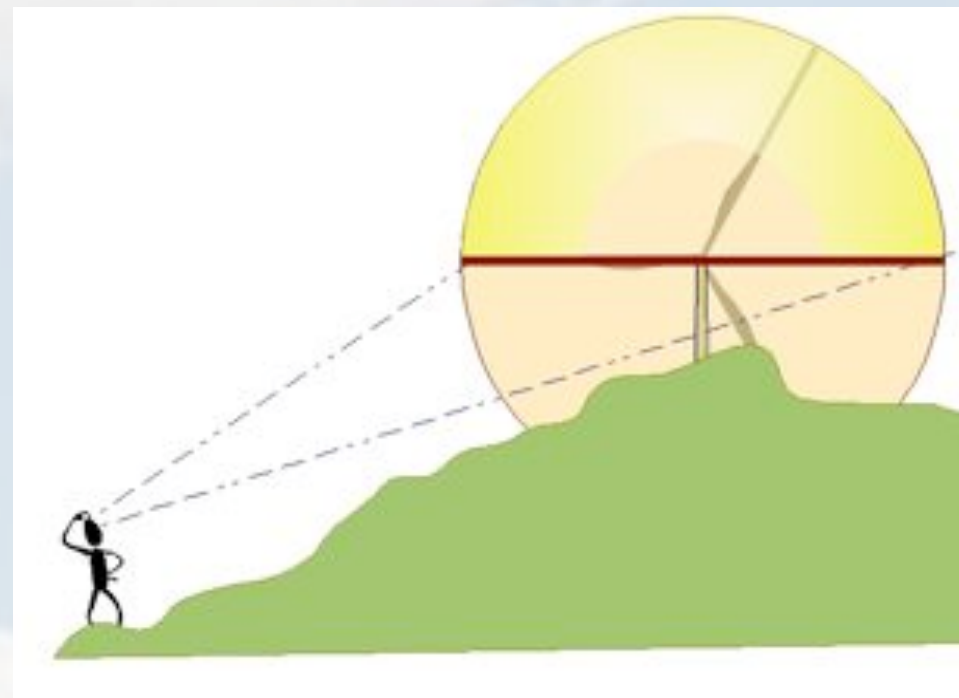


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 1: “si vede” solo metà rotore



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

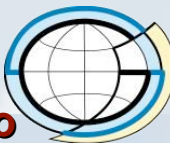
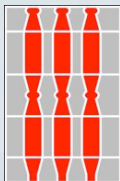
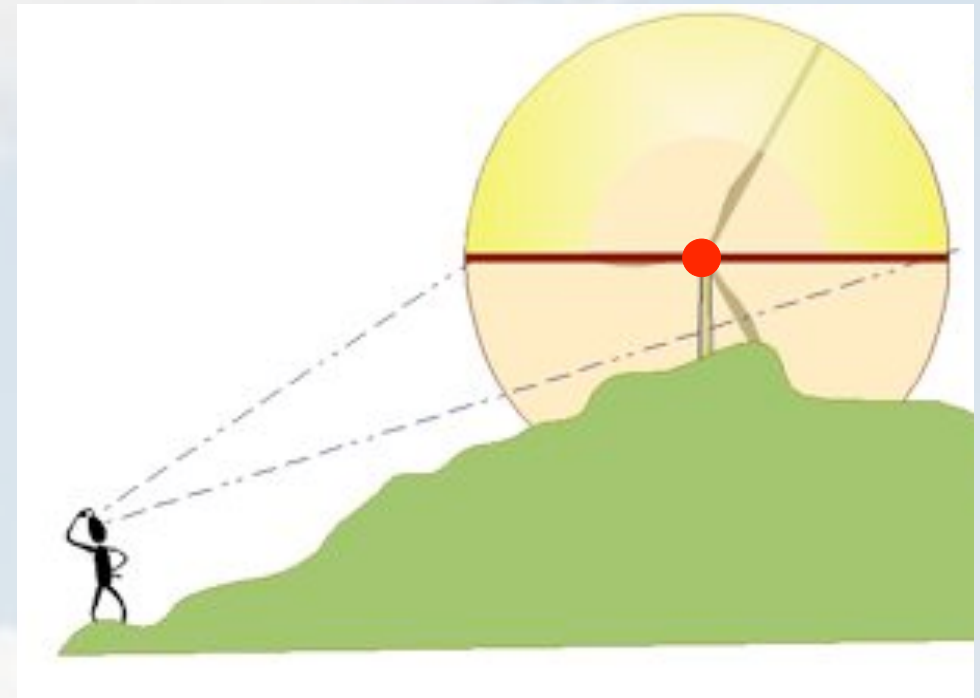
L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 1: “si vede” solo metà rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

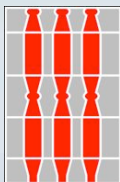
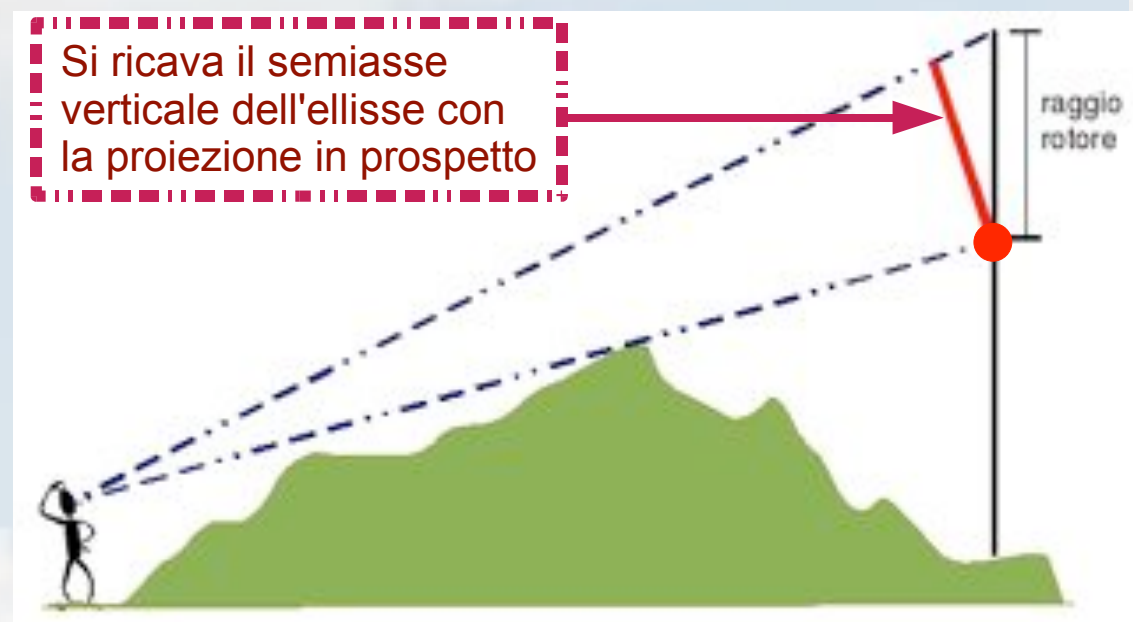
L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 1: "si vede" solo metà rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

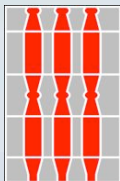
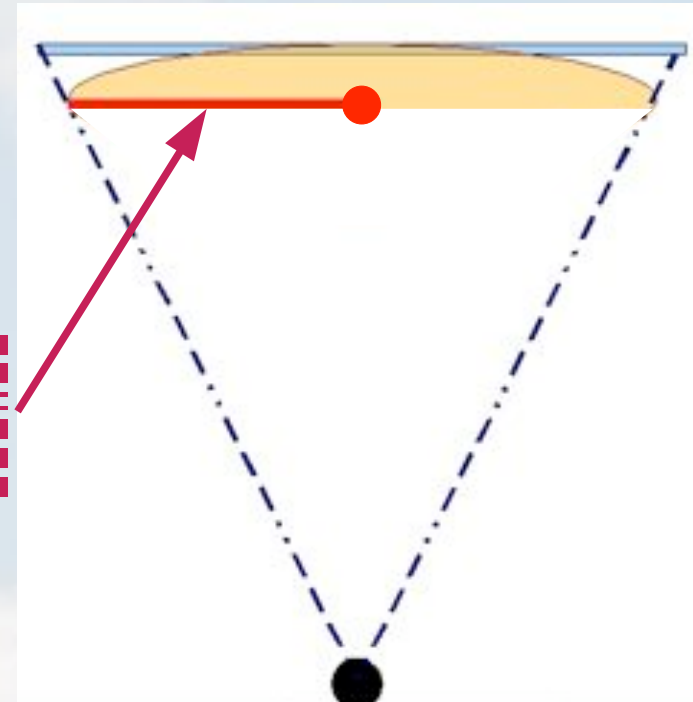
L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 1: “si vede” solo metà rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto

Si ricava il semiasse orizzontale dell'ellisse dalla proiezione in pianta



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

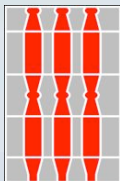
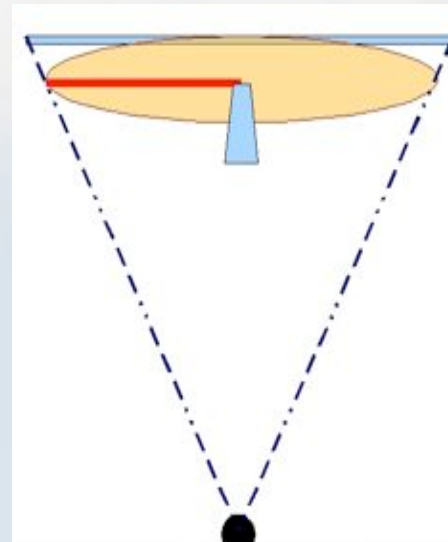
Step 1: "si vede" solo metà rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



Si calcola l'area della semiellisse proiettata



r.wind: come procede

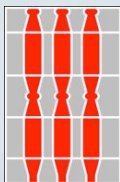
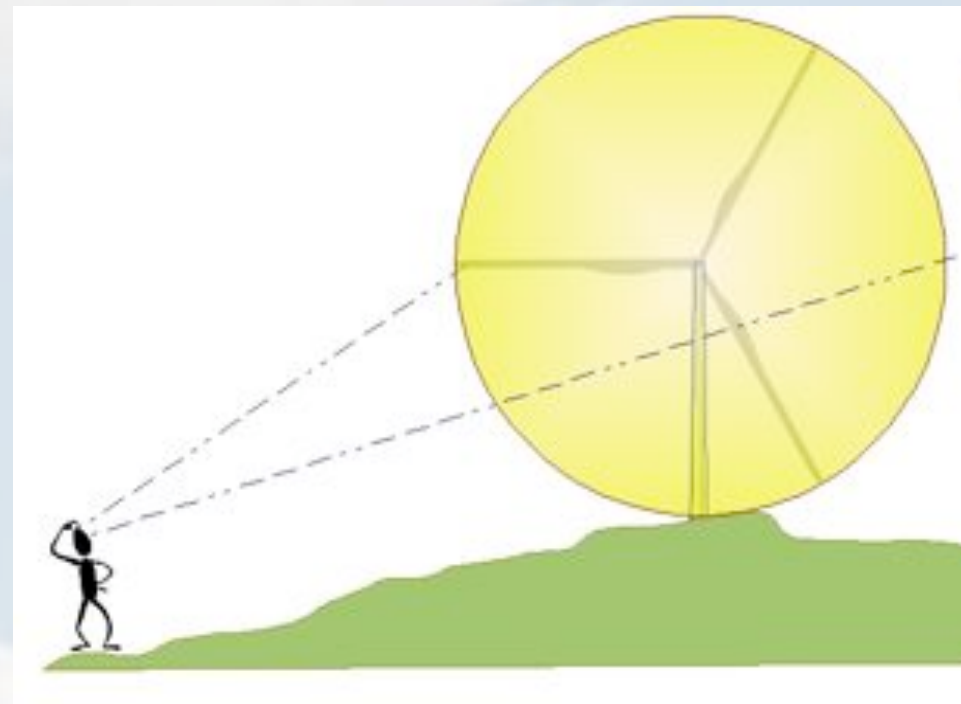


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 2: “si vede” tutto il rotore



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

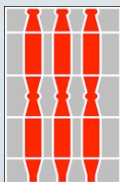
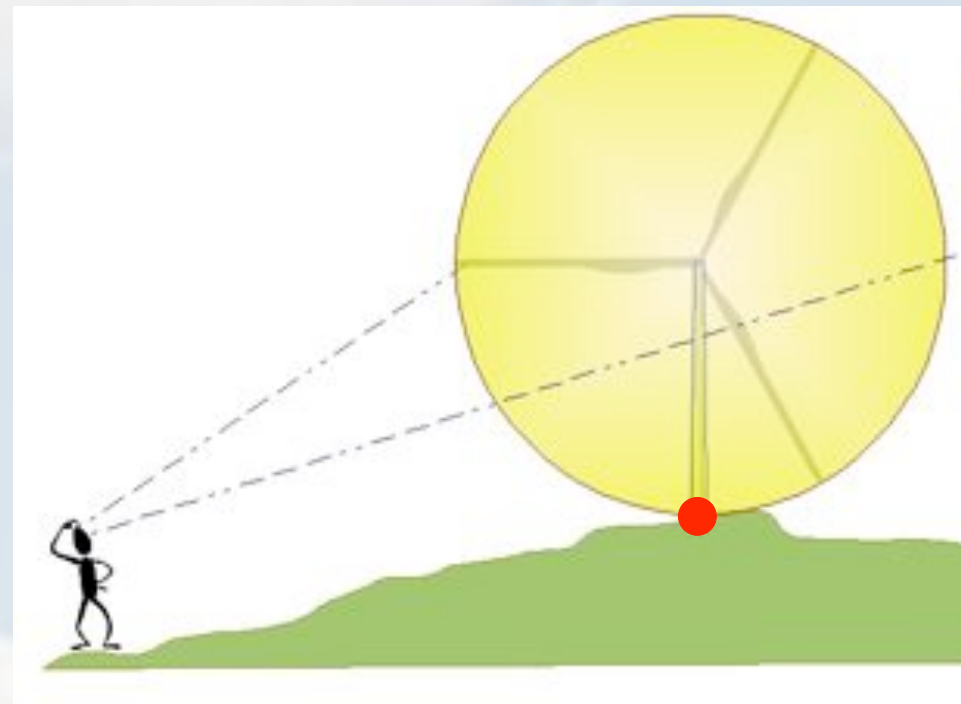
L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 2: “si vede” tutto il rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

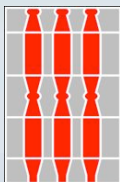
L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 2: “si vede” tutto il rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

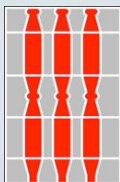
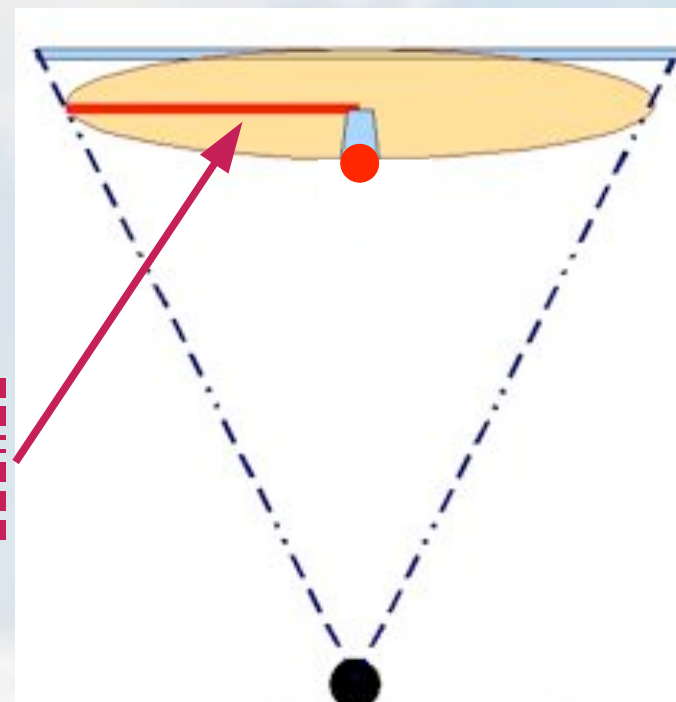
L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 2: “si vede” tutto il rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto

Si ricava il semiasse orizzontale dell'ellisse dalla proiezione in pianta



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

L'algorithmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

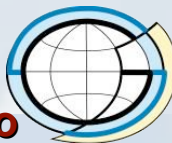
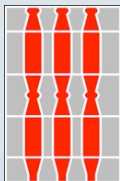
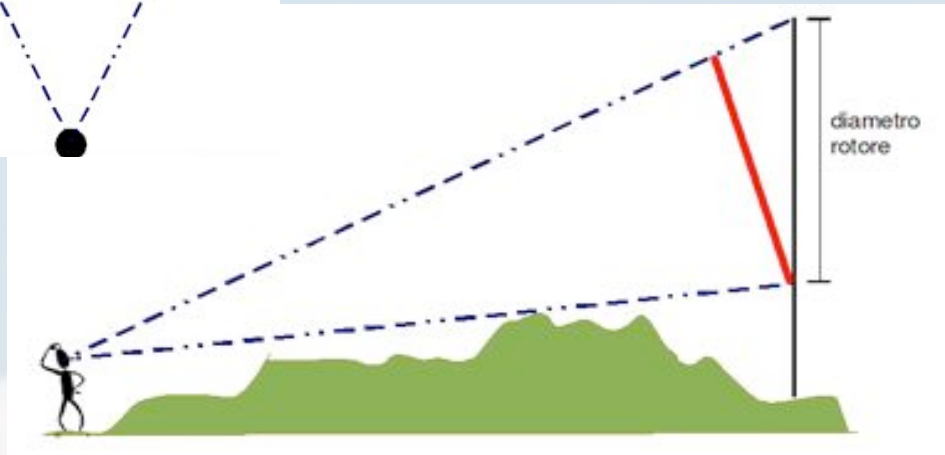
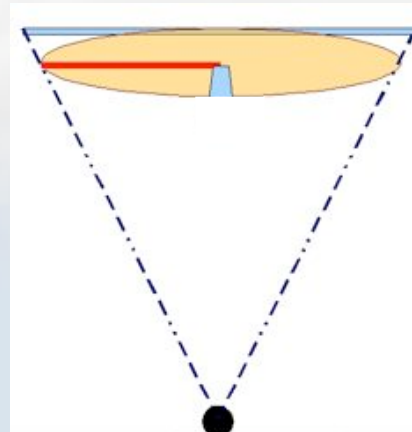
Step 2: “si vede” tutto il rotore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



Si calcola l'area della ellisse proiettata



r.wind: come procede

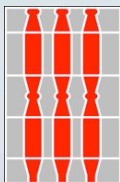
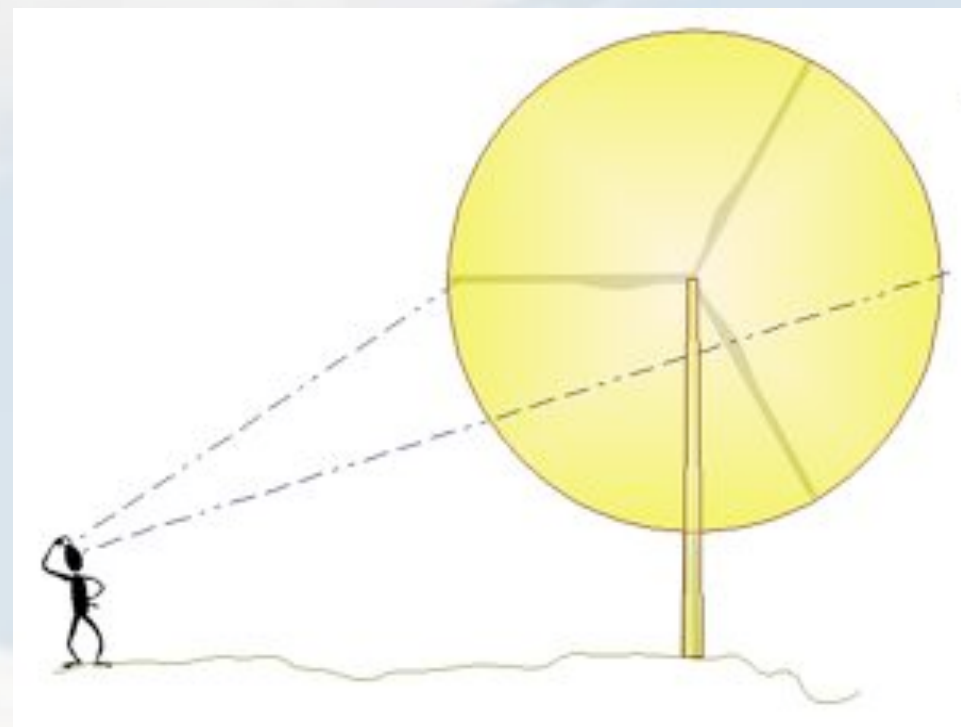


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 3: “si vede” tutto l'aerogeneratore



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

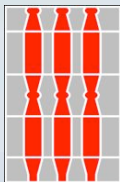
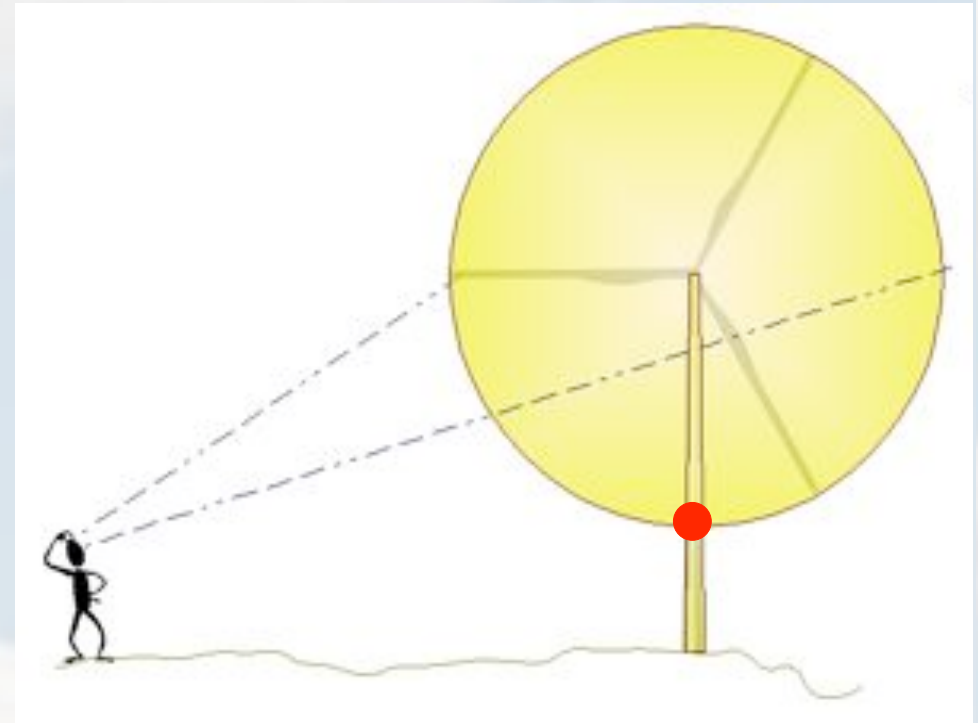
L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 3: “si vede” tutto l'aerogeneratore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

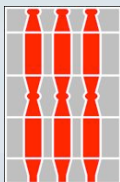
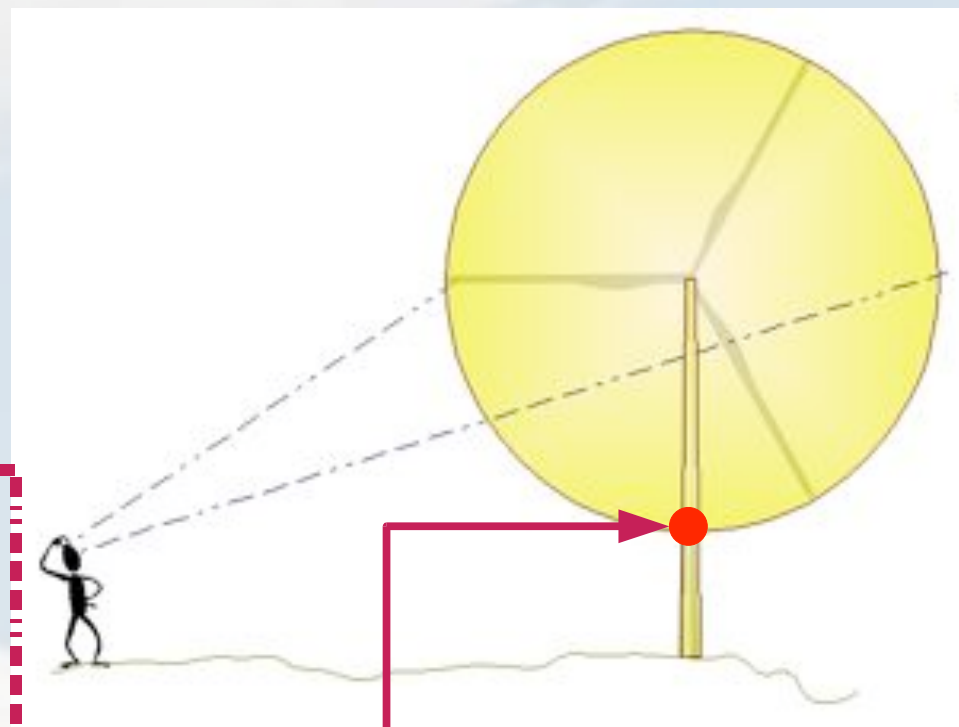
L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 3: “si vede” tutto l'aerogeneratore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto

in questo caso fa eccezione il posizionamento del centro di vista.. infatti esso viene posto tra rotore e torre in maniera tale da poter sempre ricondurre il calcolo dell'area a quello di due forme geometriche semplici: ellisse e trapezio.



**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

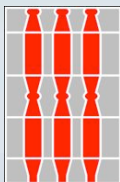
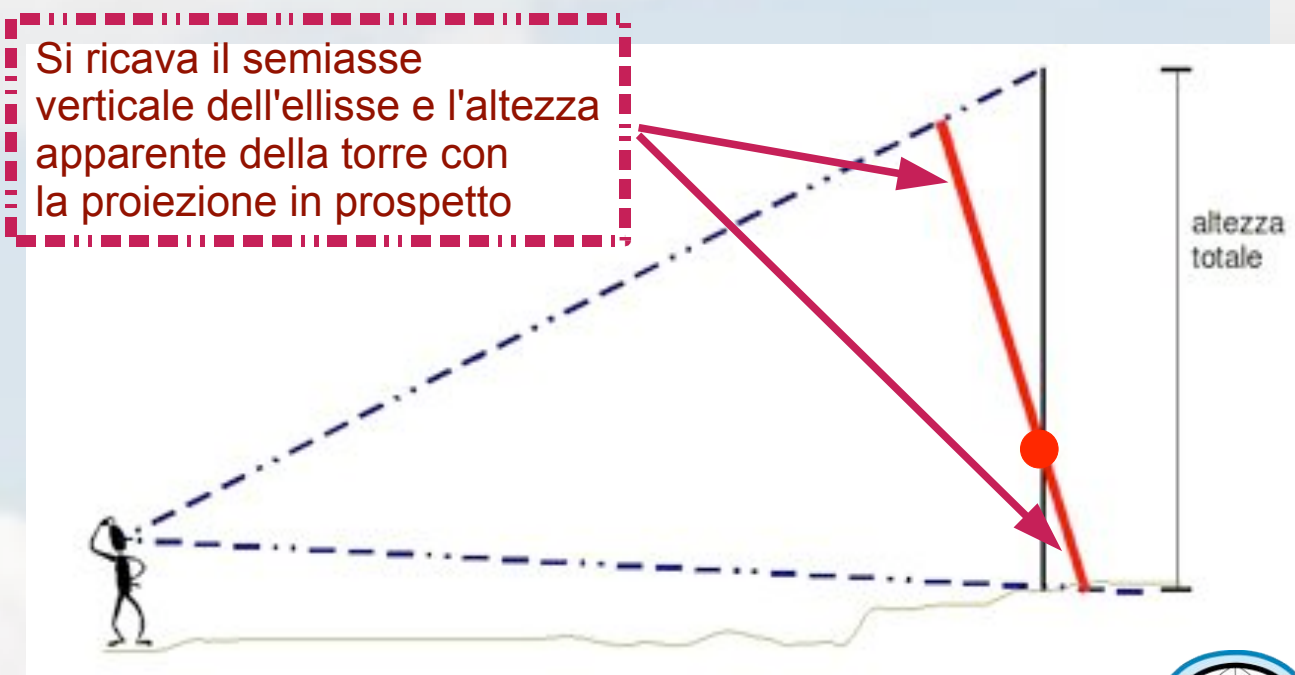
L'oggetto

L'algorithmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 3: “si vede” tutto l'aerogeneratore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

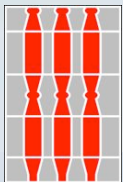
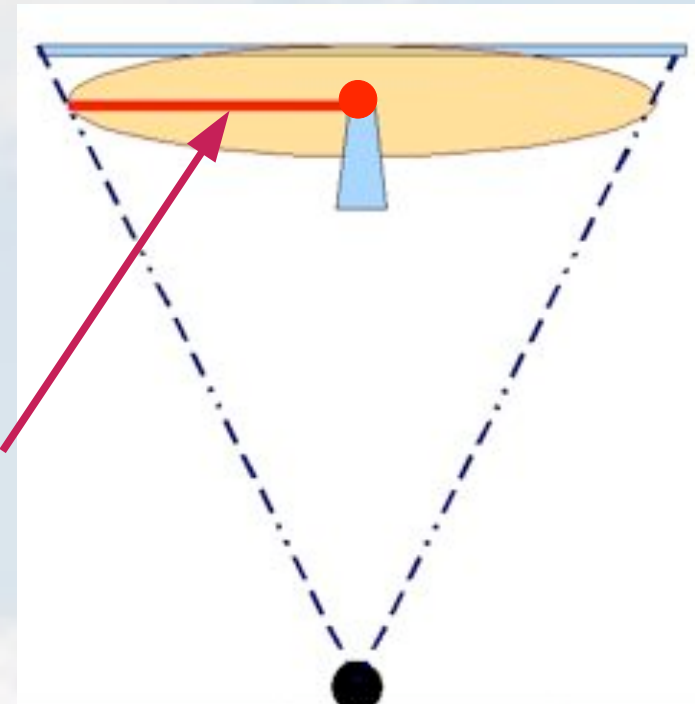
L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

Step 3: “si vede” tutto l'aerogeneratore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto

Si ricava il semiasse orizzontale dell'ellisse dalla proiezione in pianta



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'oggetto

L'algoritmo procede poi per step successivi, in maniera tale da tener conto della morfologia del terreno, per il calcolo della porzione di aerogeneratore realmente visibile da ogni punto.

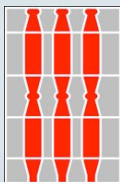
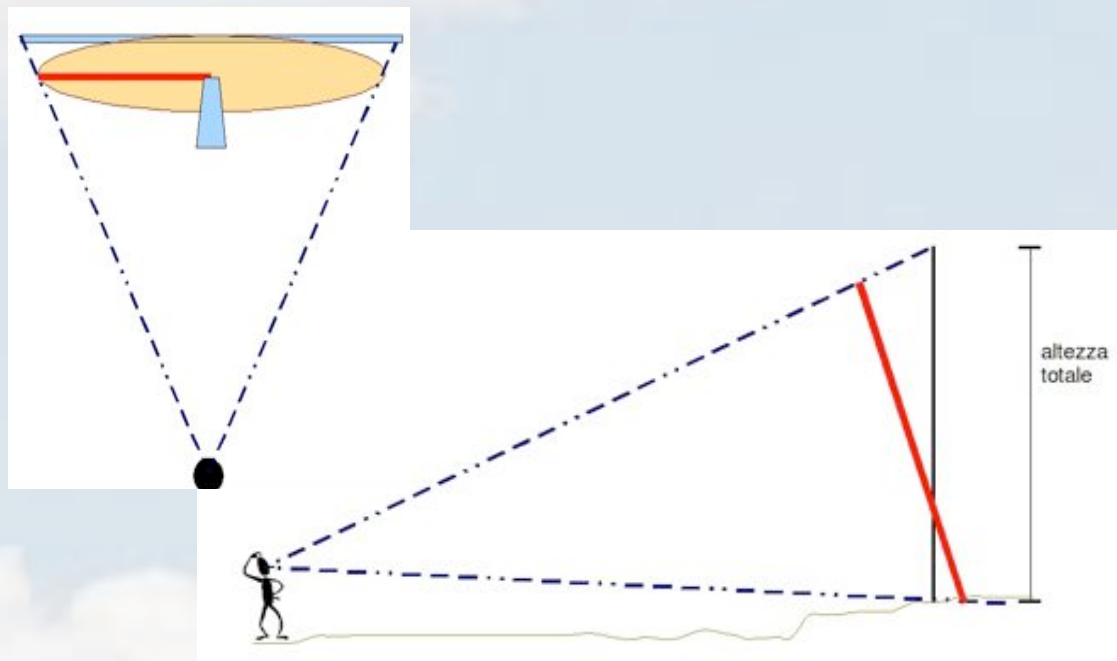
Step 3: “si vede” tutto l'aerogeneratore



Si posiziona il centro di vista e si proietta l'oggetto rispetto a questo punto



Si calcola l'area di ellisse e trapezio proiettati.



r.wind: come procede



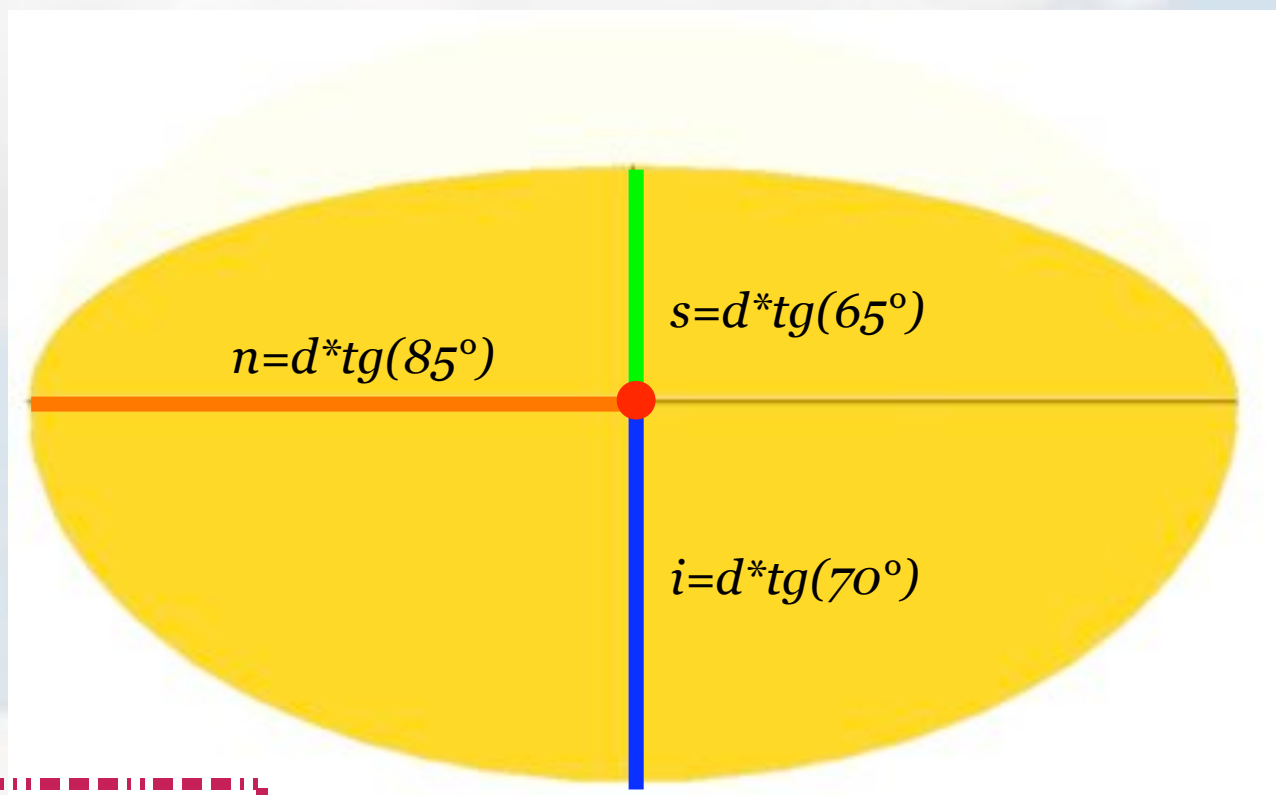
Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

Il Campo Visivo

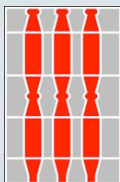
Il campo visivo ha la forma di un'ellisse a tre assi e può essere calcolato in ogni punto conoscendo tre angoli:

- Nasale = 85°
- Superiore = 65°
- Inferiore = 70°

Il campo visivo viene calcolato per ogni aerogeneratore posizionando il centro di vista a metà dell'impianto



d è la distanza del centro di vista dall'osservatore



r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

L'indice continuo di impatto

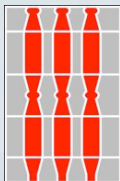
È calcolato conoscendo in ogni punto l'area occupata dall'impianto sul campo visivo, più precisamente come il rapporto (adimensionale) tra area dell'impianto e area del campo visivo per il punto in questione.

$$I = \frac{A_{imp}}{A_{fov}}$$

Tutto ciò è stato realizzato utilizzando:

- **Relazioni trigonometriche**
- **Operazioni di map-algebra**

...per ottenere...



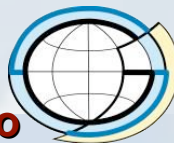
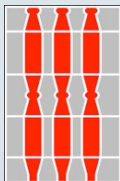
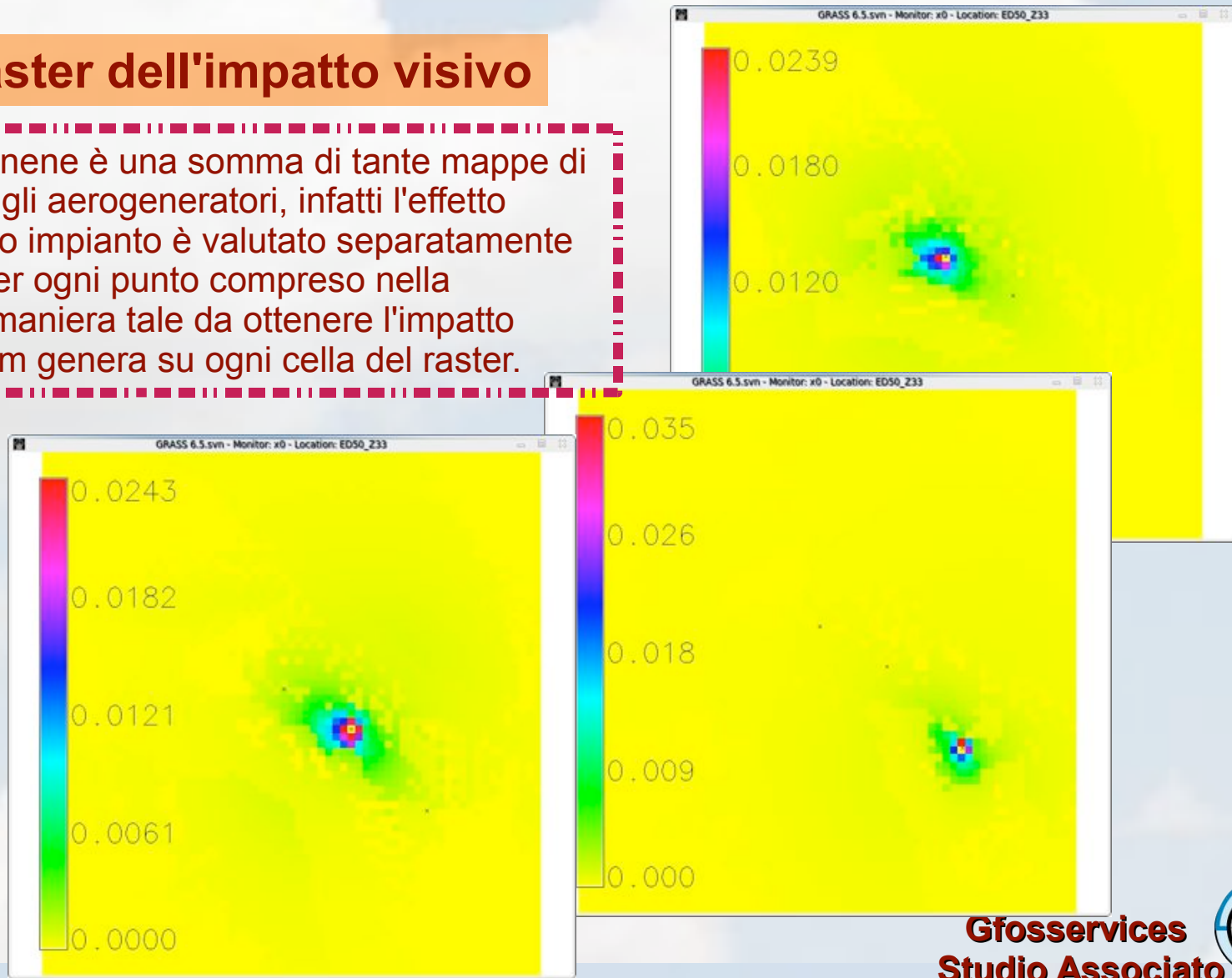
r.wind: come procede



Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

La mappa raster dell'impatto visivo

La mappa che si ottiene è una somma di tante mappe di impatto quanti sono gli aerogeneratori, infatti l'effetto dovuto a ogni singolo impianto è valutato separatamente e quindi sommato per ogni punto compreso nella zona di indagine in maniera tale da ottenere l'impatto totale che la windfarm genera su ogni cella del raster.

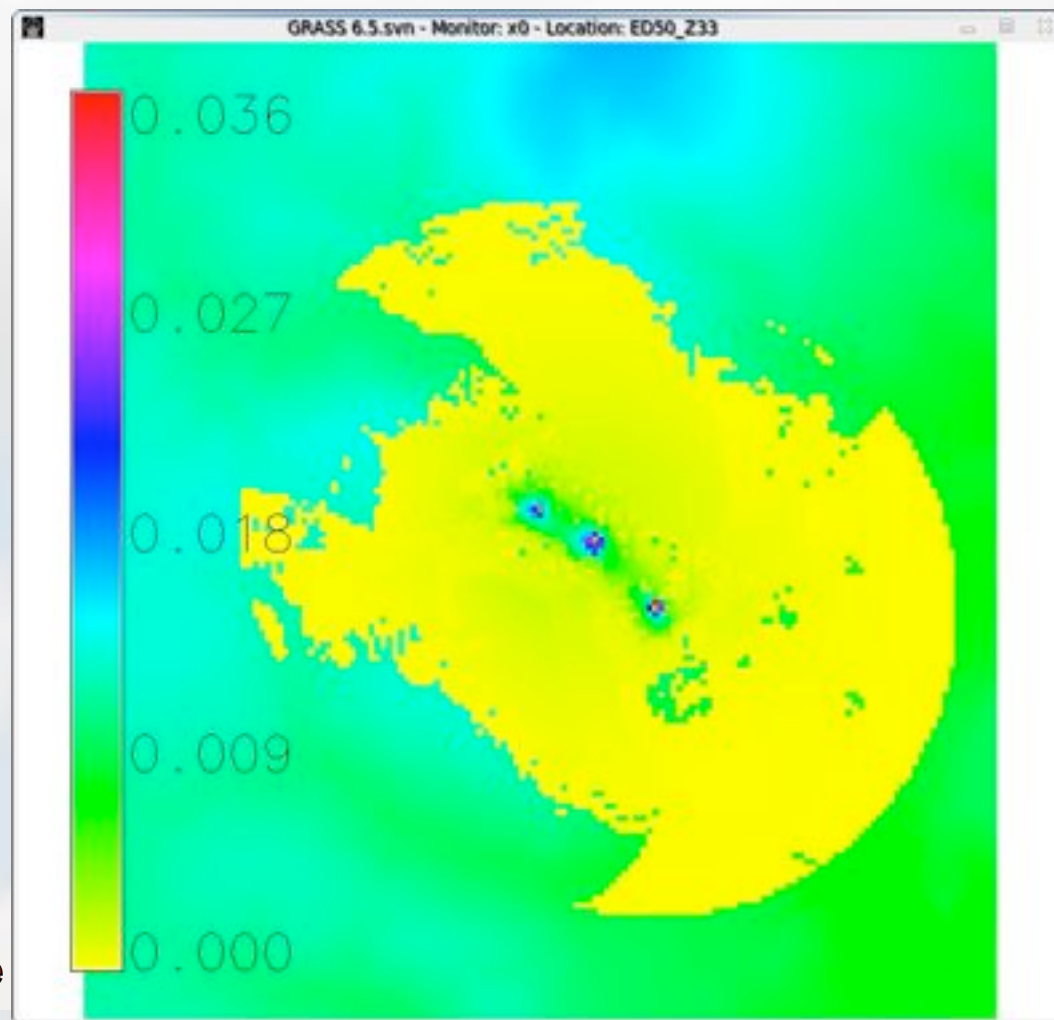


r.wind: come procede

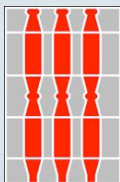


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

La mappa raster dell'impatto visivo



Dalla legenda si può notare che la percentuale calcolata dell'impatto visivo si mantiene sempre su valori piuttosto bassi.. questo risultato è ragionevole poiché il campo visivo è molto grande se paragonato, in estensione, all'area occupata dall'aerogeneratore

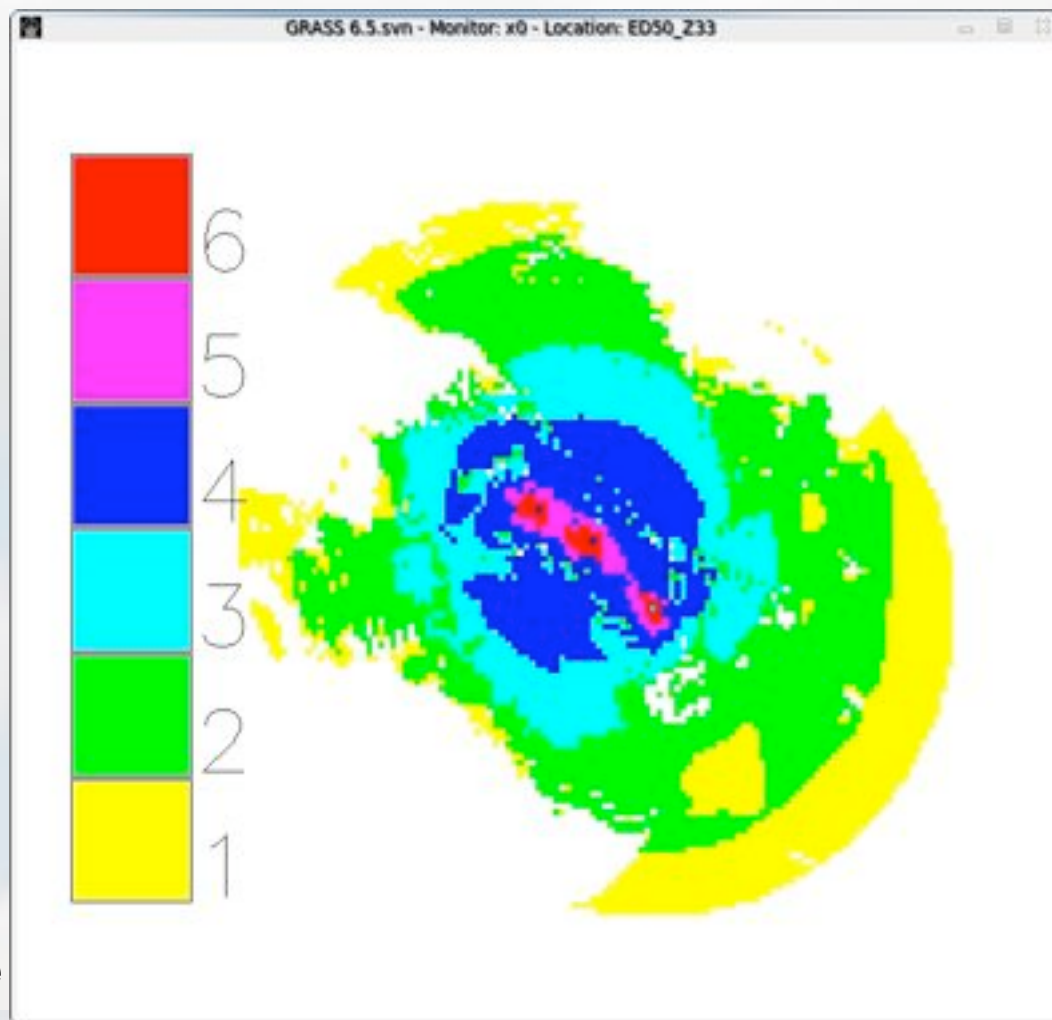


r.wind: come procede

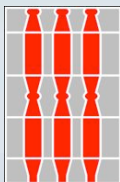


Calcolo dell'impatto visivo dell'impianto rispetto al Field Of View dell'osservatore.

La mappa raster dell'impatto visivo



Per leggere la mappa più agevolmente, si può riclassificarla stabilendo di volta in volta regole ad hoc per la mappa di impatto, al fine di definire "zone" a diverso impatto.

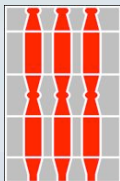


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Per cercare una validazione di quanto trovato numericamente, si è pensato di verificare la mappa di impatto applicando il metodo proposto ad una windfarm esistente: quella sita in località Cima Mutali, a Fossato di Vico (PG).

La windfarm consta di due aerogeneratori con le seguenti specifiche costruttive:

- Potenza nominale erogata: 750 Kw ciascuno
- Velocità del vento min. e max: da 4 m/sec a 25 m/sec
- Diametro rotore: 44 metri
- Area sottesa dalle pale: 1520 metri quadri
- Velocità di rotazione: 27/18 giri al minuto
- Potenza generatore: 750 / 200 kw
- Velocità periferica dell'estremità della pala: 248 km/h
- Altezza della colonna: 45 metri
- Peso della struttura: 72 tonnellate
- Diametro della torre alla base: 3 metri
- Produzione annua stimata: 5 milioni di Kwh

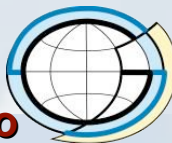
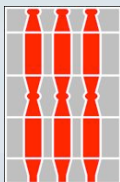


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Per cercare una validazione di quanto trovato numericamente, si è pensato di verificare la mappa di impatto applicando il metodo proposto ad una windfarm esistente: quella sita in località Cima Mutali, a Fossato di Vico (PG).

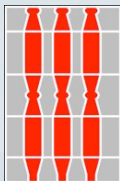
La windfarm consta di due aerogeneratori con le seguenti specifiche costruttive:

- Potenza nominale erogata: 750 Kw ciascuno
- Velocità del vento min. e max: da 4 m/sec a 25 m/sec
- **Diametro rotore: 44 metri**
- Area sottesa dalle pale: 1520 metri quadri
- Velocità di rotazione: 27/18 giri al minuto
- Potenza generatore: 750 / 200 kw
- **Velocità periferica dell'estremità della pala: 248 km/h**
- Altezza della colonna: 45 metri
- Peso della struttura: 72 tonnellate
- Diametro della torre alla base: 3 metri
- Produzione annua stimata: 5 milioni di Kwh



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Le coordinate degli aerogeneratori sono state lette da GoogleEarth, convertite e importate in GRASS GIS.



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Le coordinate degli aerogeneratori sono state lette da GoogleEarth, convertite e importate in GRASS GIS.



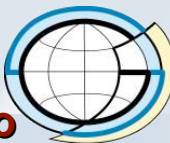
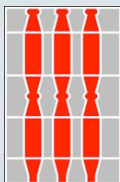
Contemporaneamente è stato svolto un rilievo a carattere fotografico di alcuni punti da cui gli impianti sono visibili; punti che possiamo suddividere in:

■ Recettori statici:

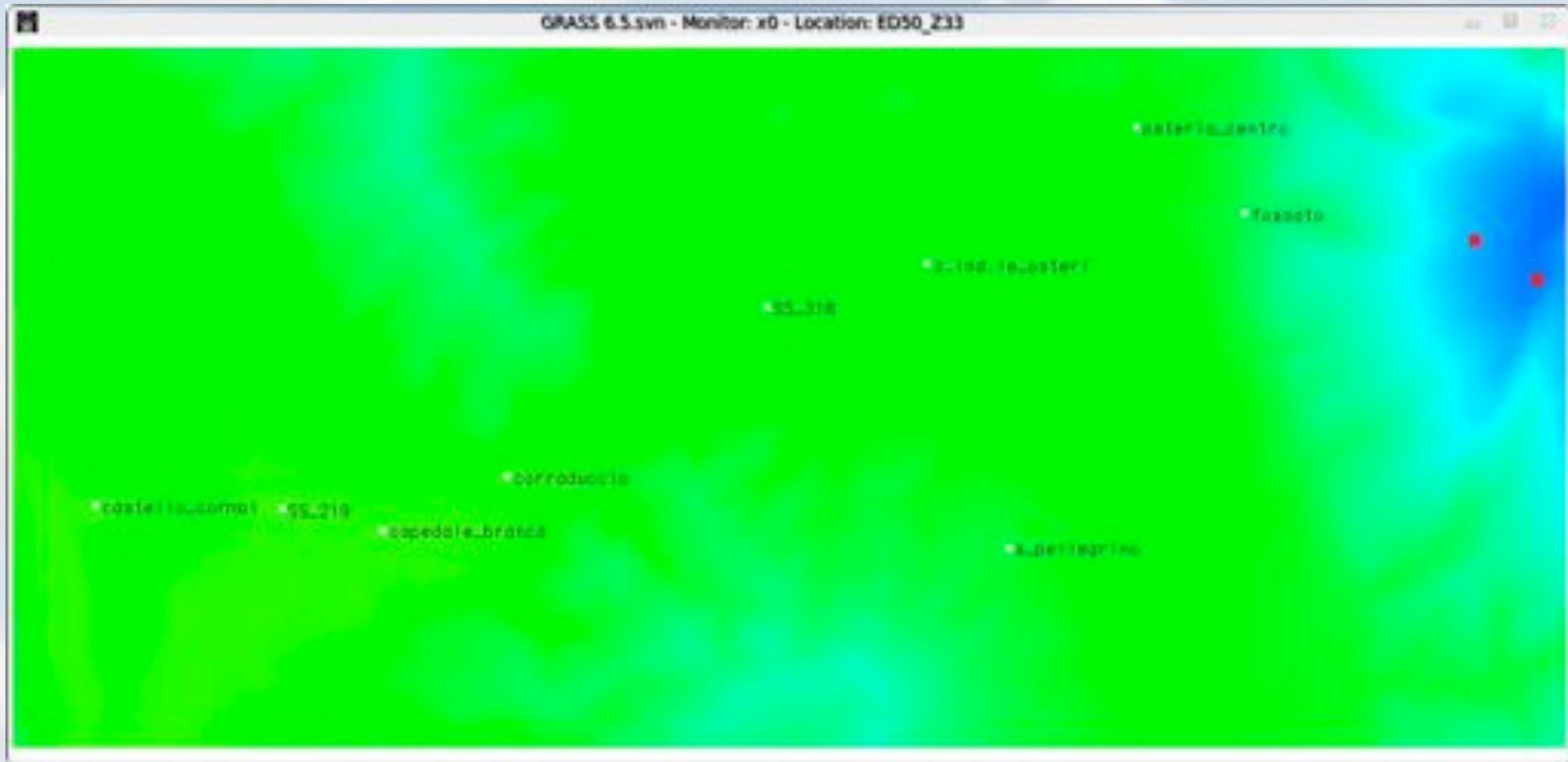
- Polo ospedaliero di Branca (Gubbio);
- Centro Corraduccio (loc. Branca);
- Centro S. Pellegrino (Gualdo Tadino);
- Zona industriale Osteria del Gatto (Fossato di Vico);
- Centro Osteria del Gatto (Fossato di Vico);

■ Recettori dinamici:

- Strada Statale 219 - Pian D'Assino (loc. Branca);
- Strada Statale 318 – Via Eugubina (loc. Crocicchio);
- Via del Monastero, Fossato di Vico.

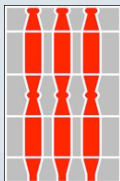


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



In rosso → gli impianti

In bianco → i punti rilevati

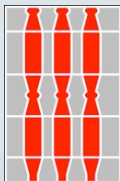


**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**

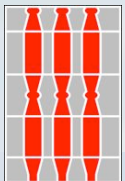


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

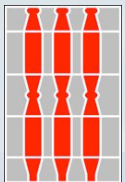


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

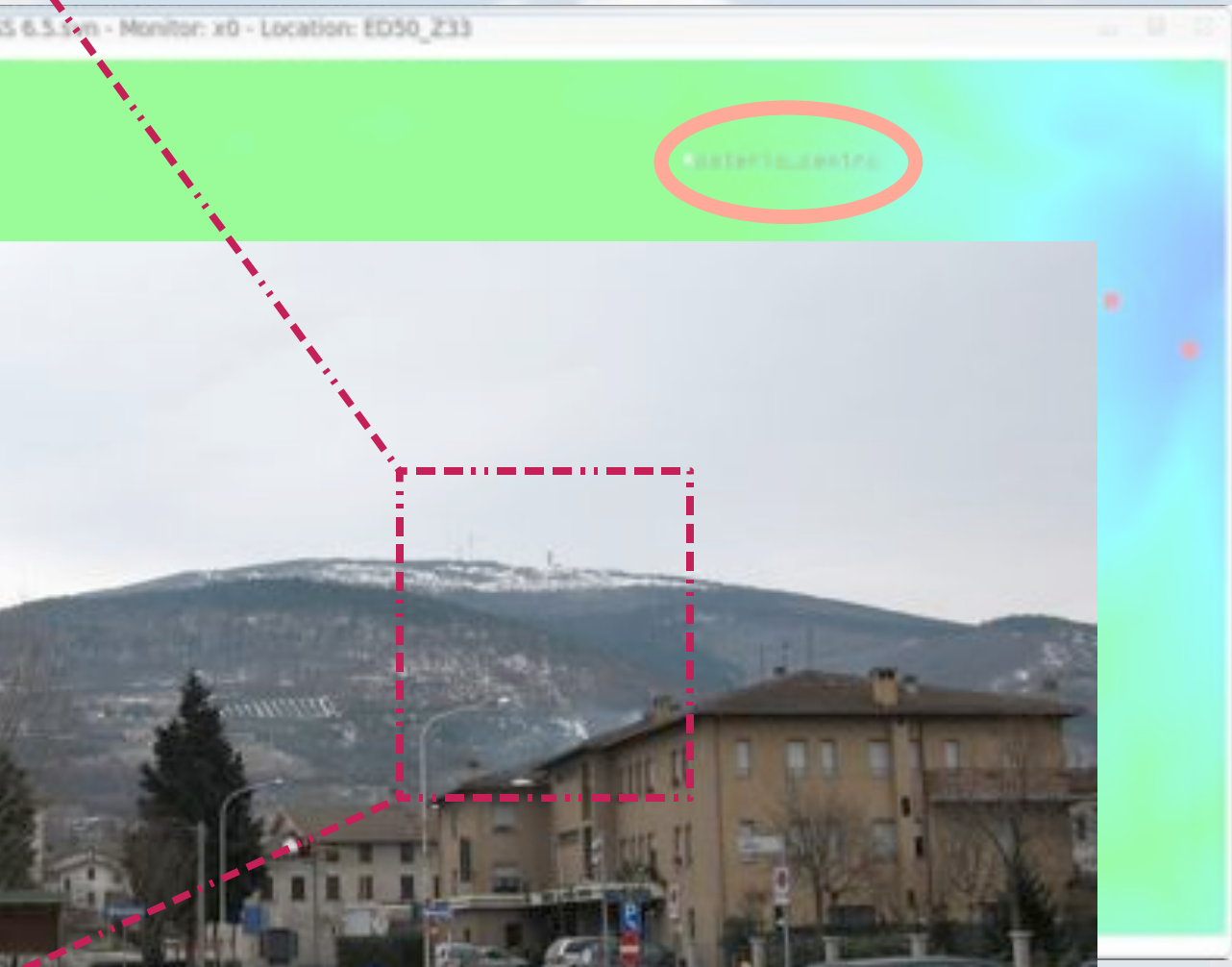
recettore statico



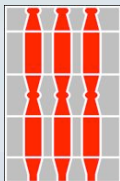
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



Vista dal centro cittadino di Osteria del Gatto

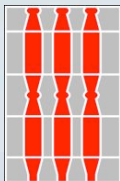
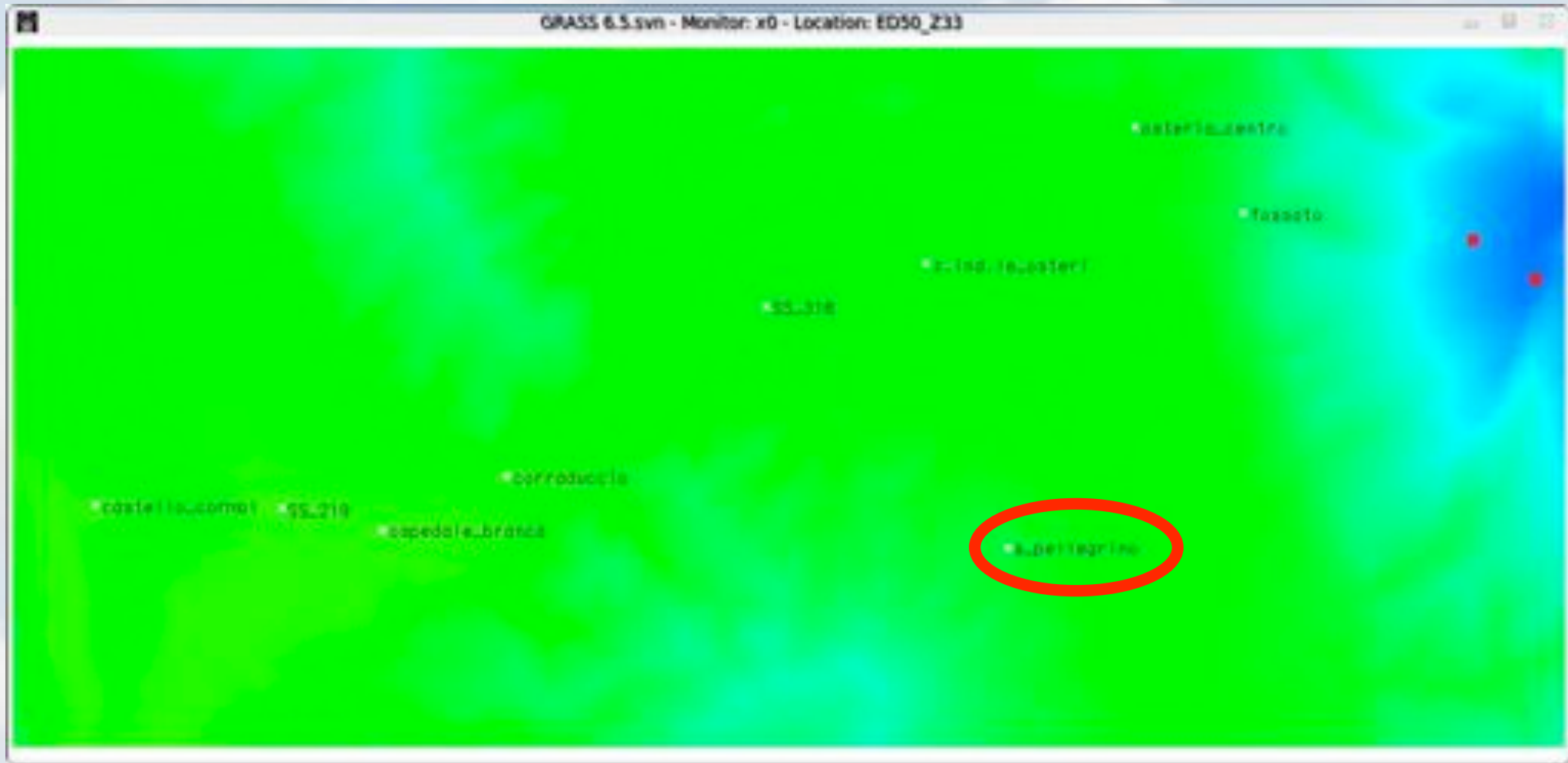


**Regione
Umbria**

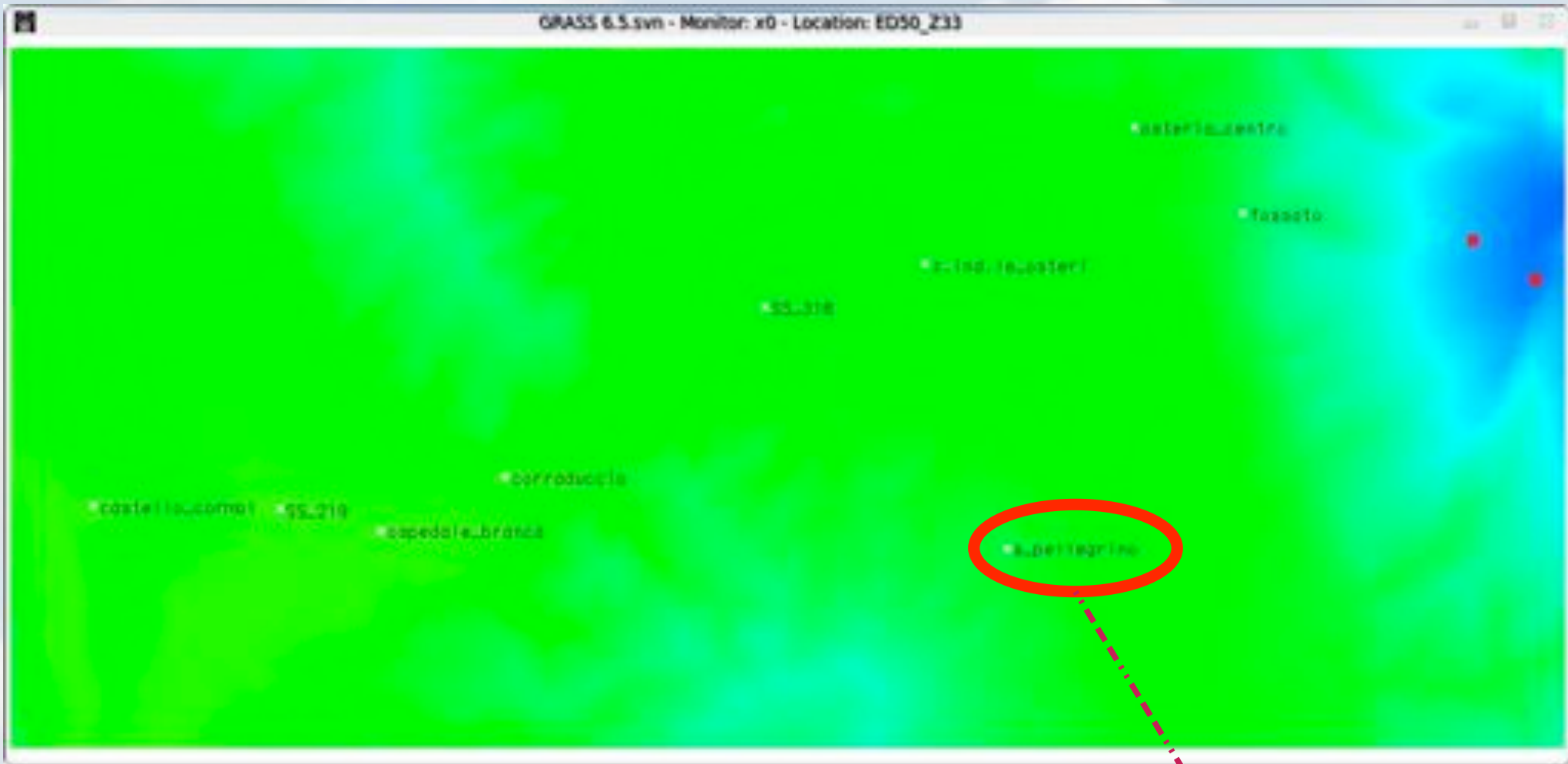
**Gfosservices
Studio Associato**



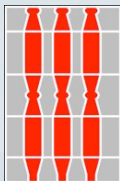
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



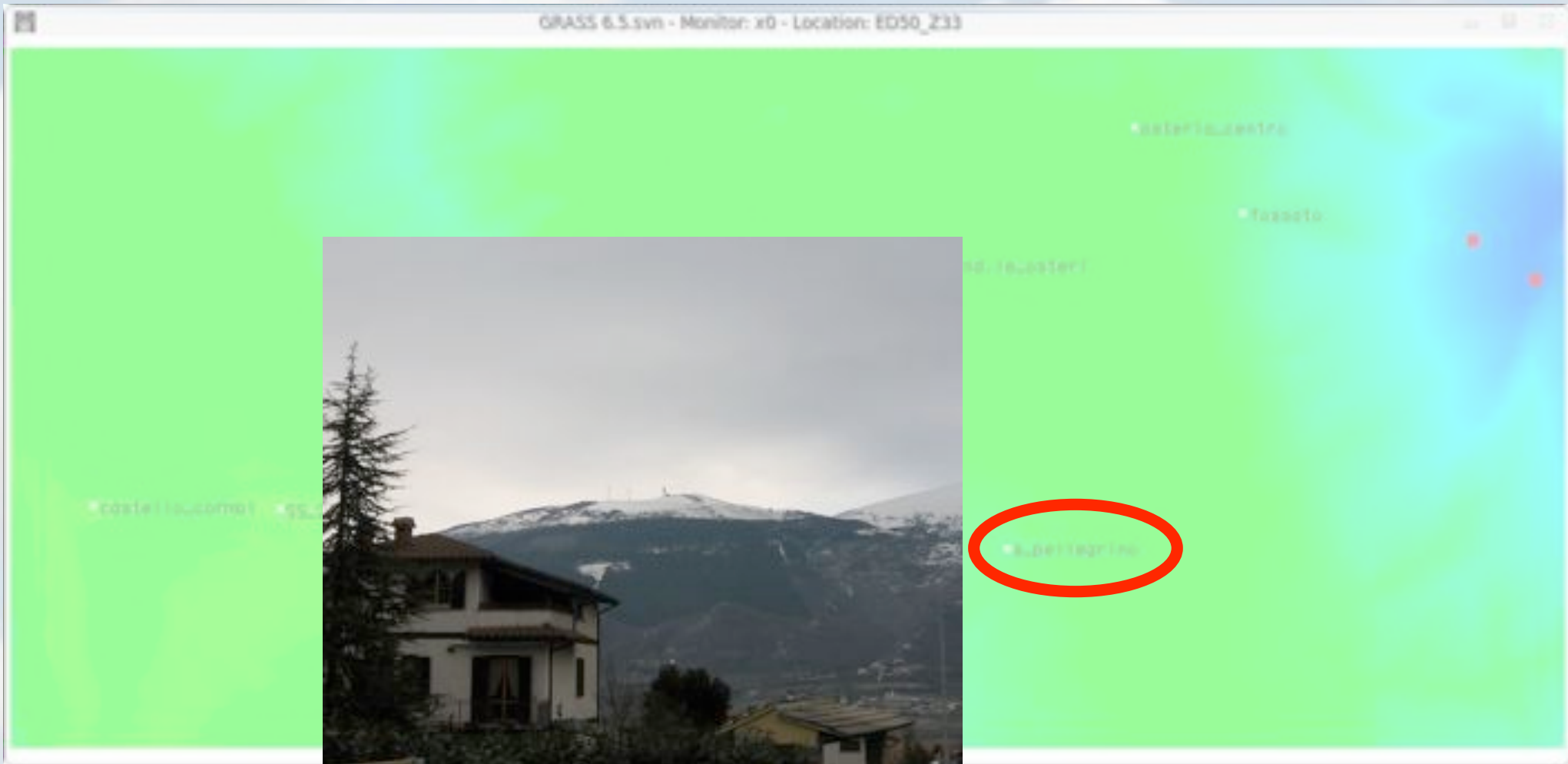
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



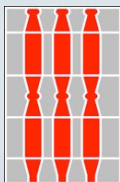
recettore statico



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



Vista dal centro abitato di S. Pellegrino

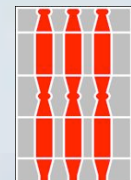
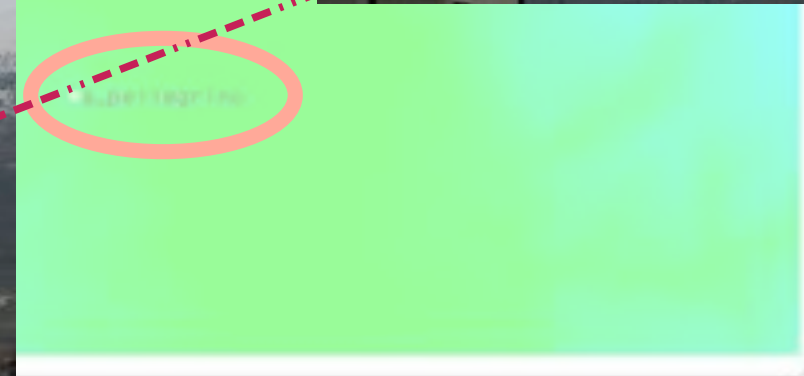
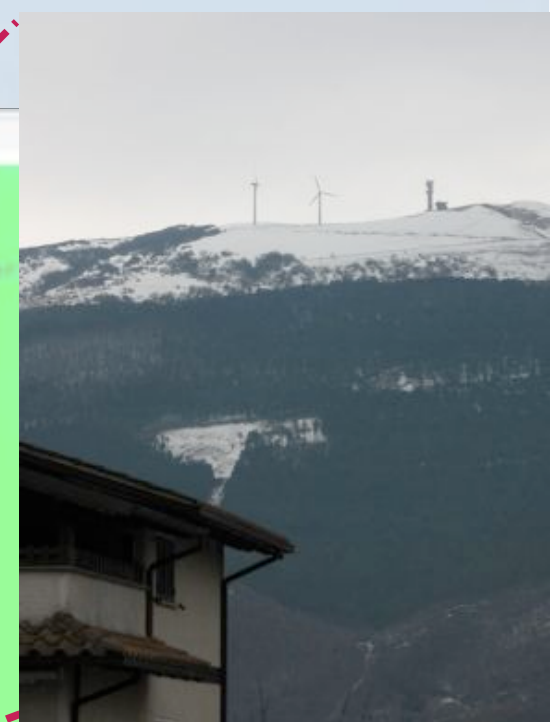
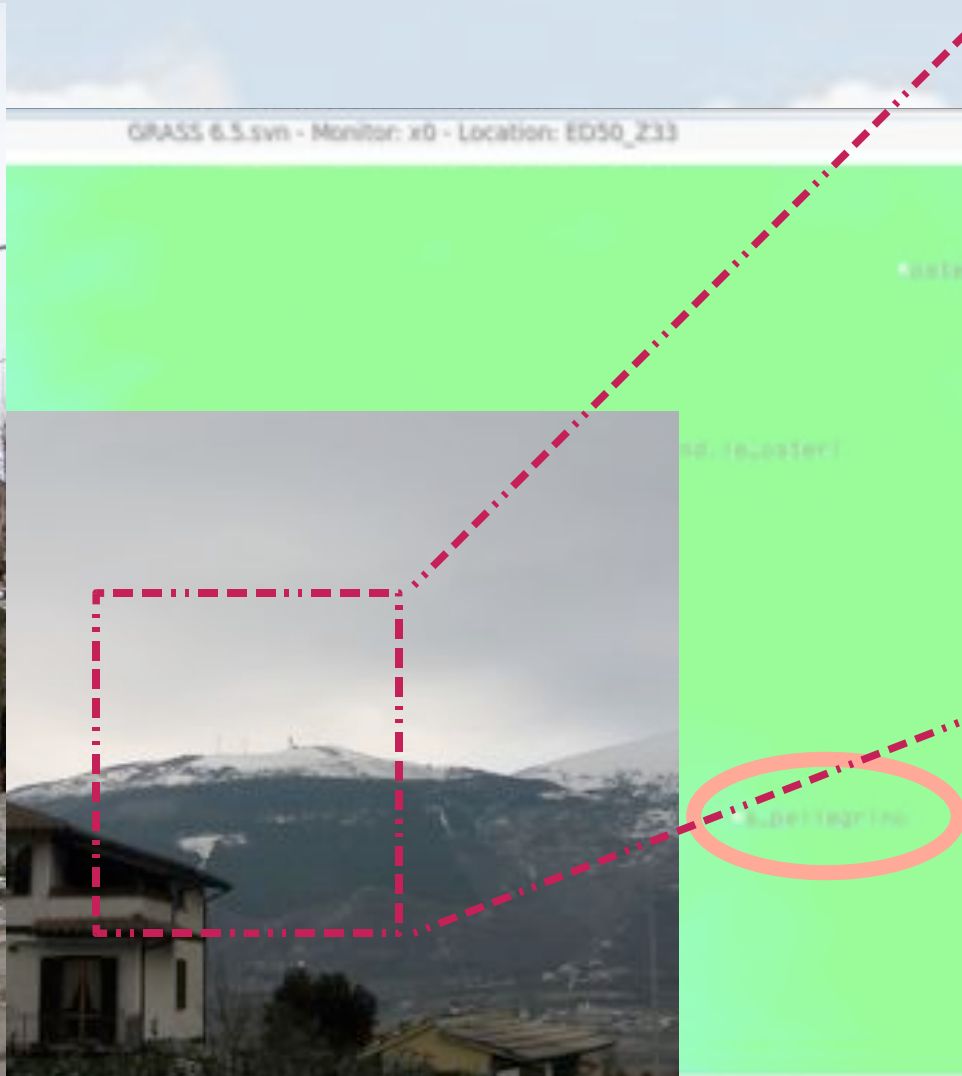


**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**

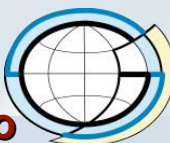


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

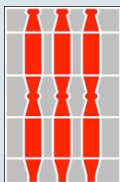
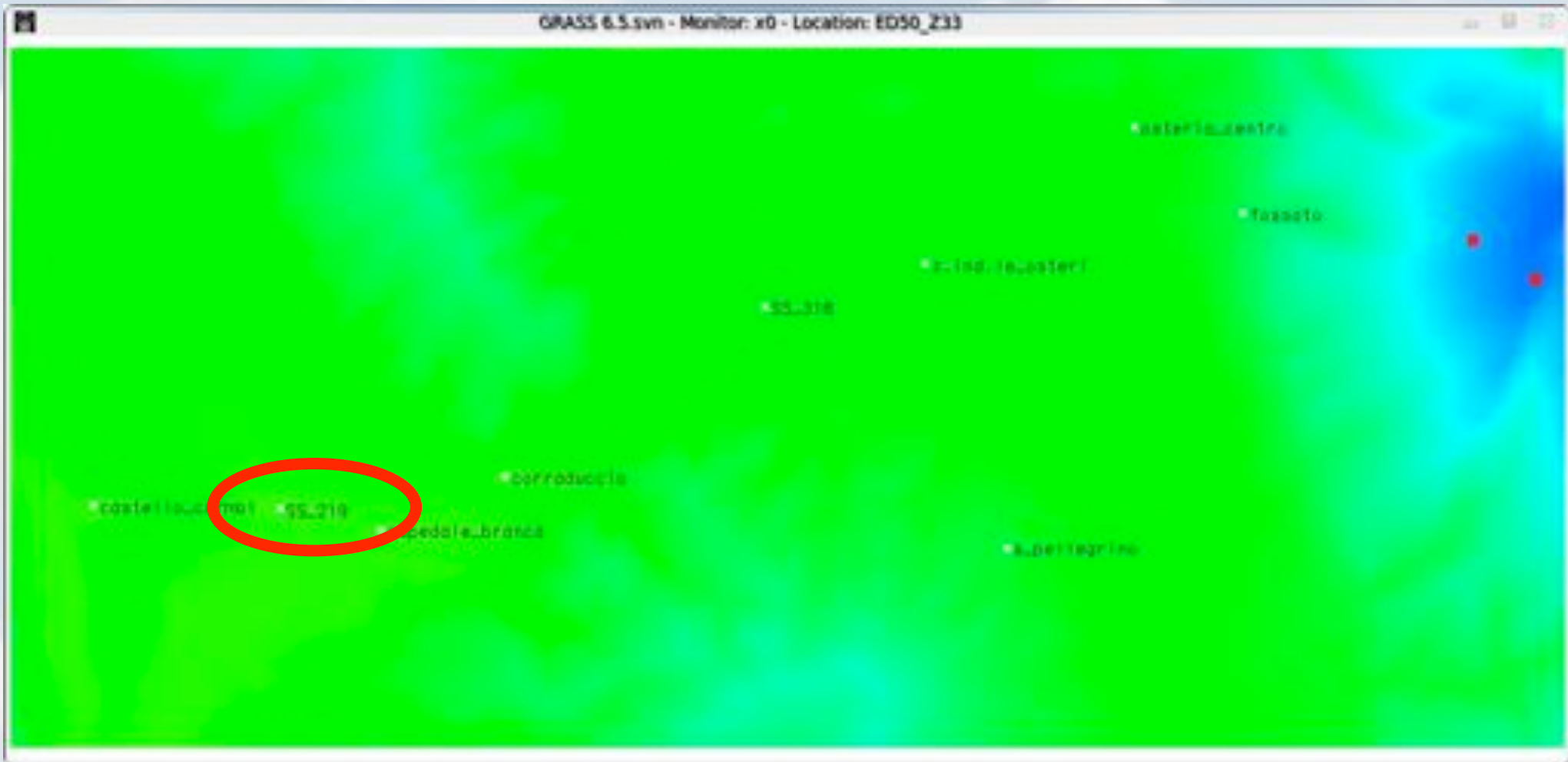


**Regione
Umbria**

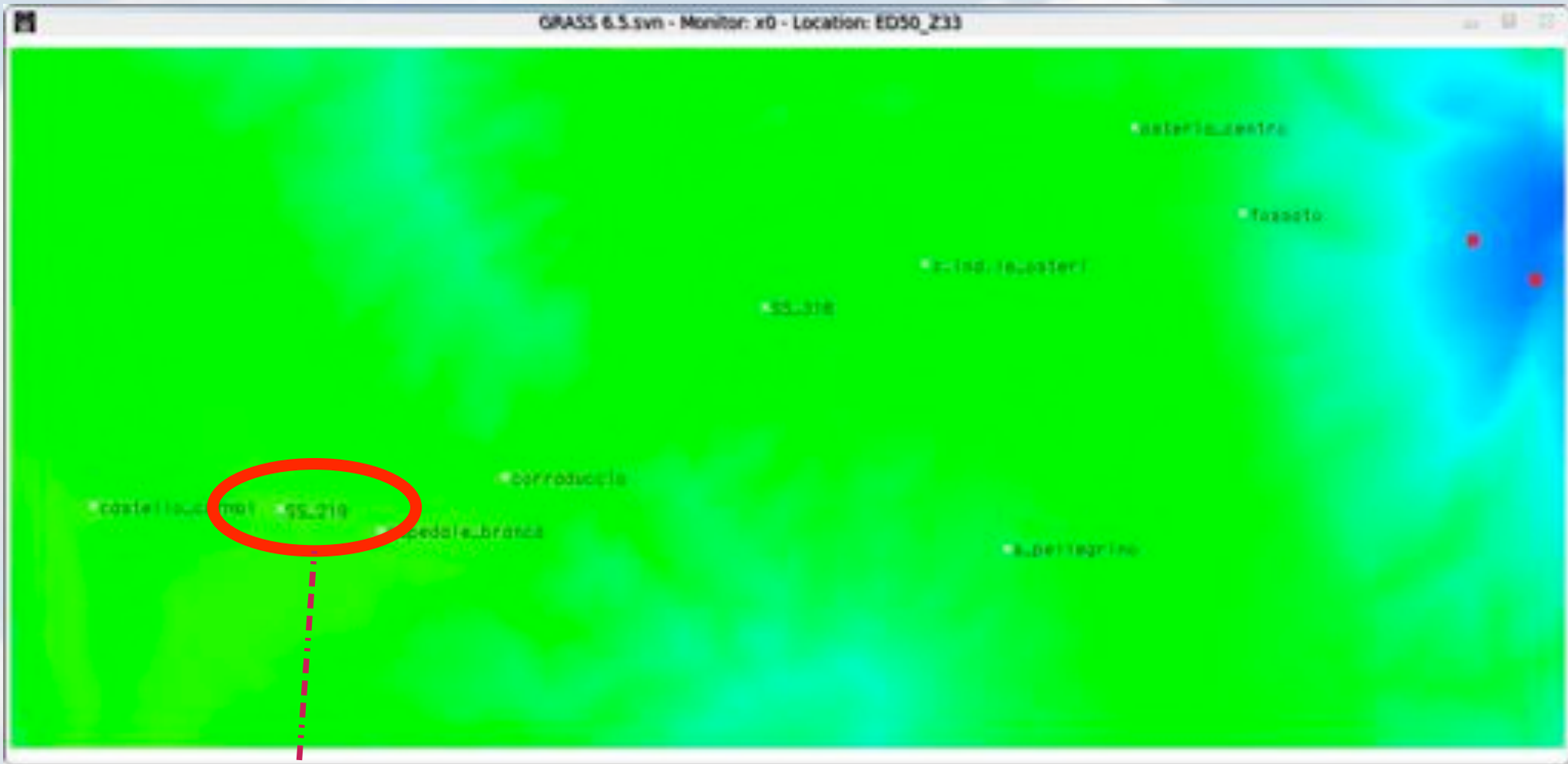
**Gfosservices
Studio Associato**



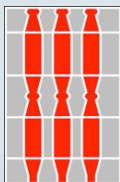
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



recettore dinamico



**Regione
Umbria**

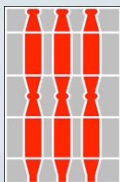
**Gfosservices
Studio Associato**



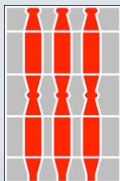
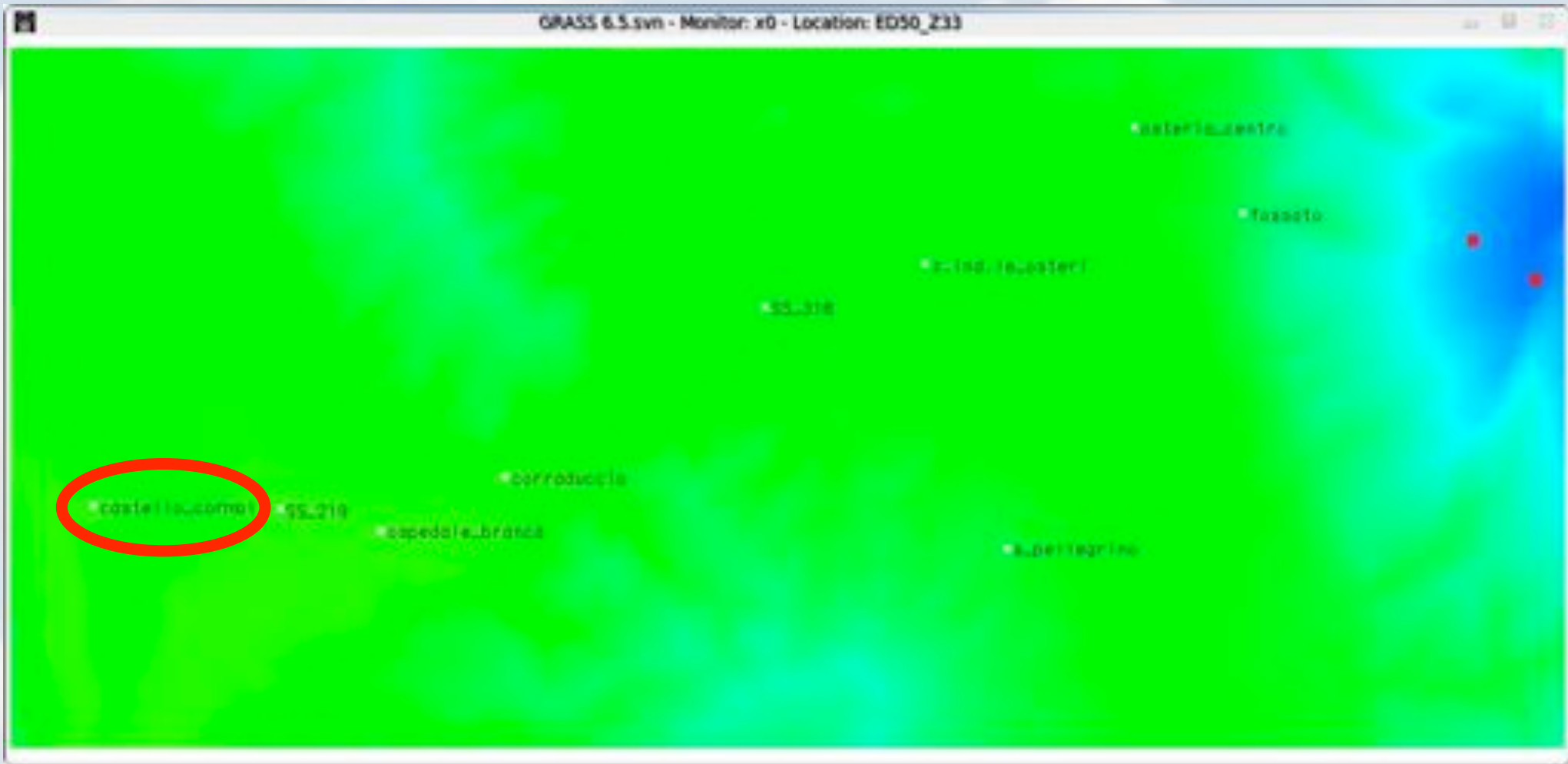
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



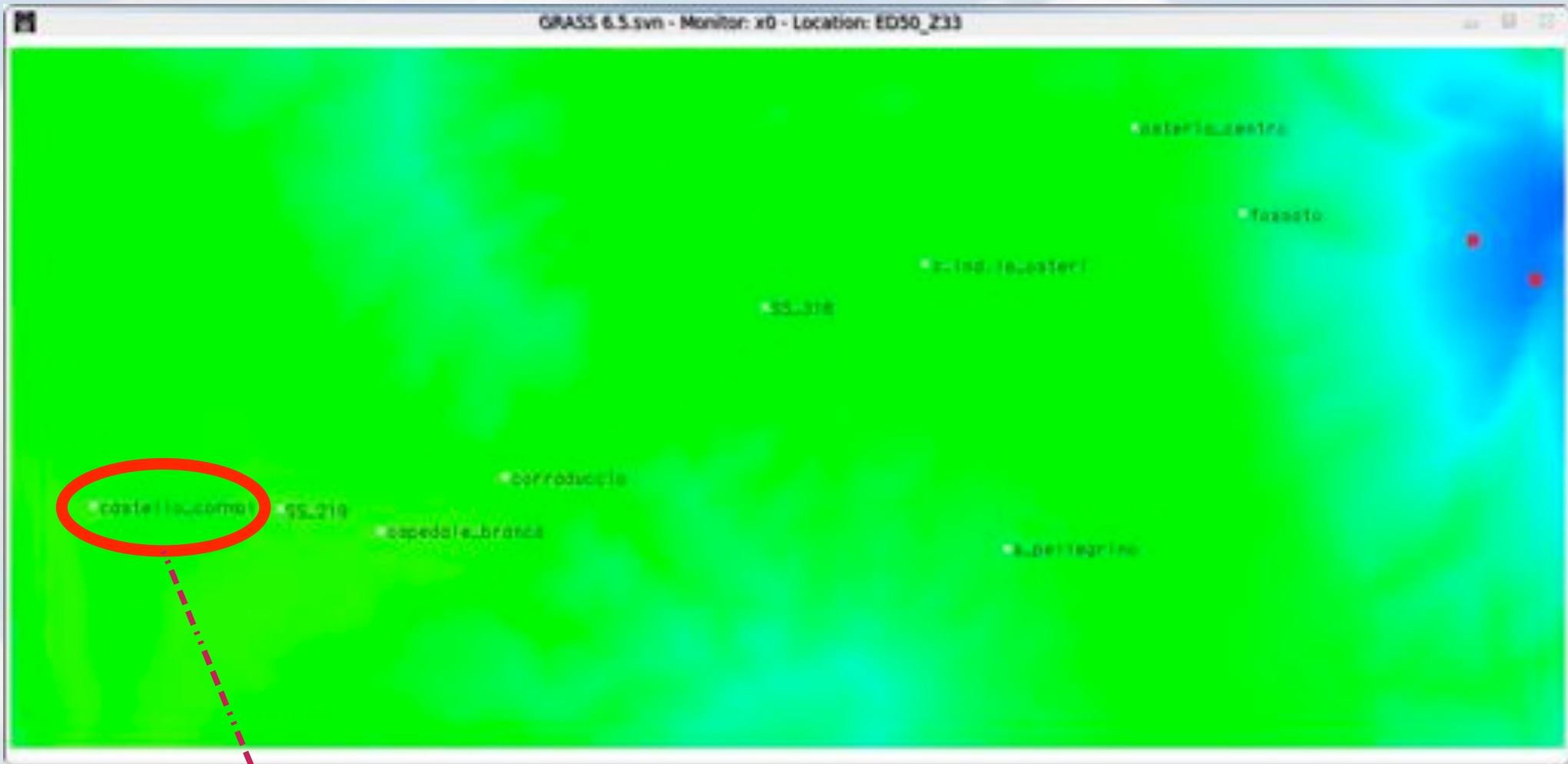
Vista (zoomata) dalla S.S. 219, uscita: Branca (Gubbio)



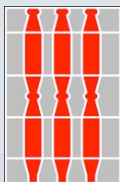
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



recettore statico

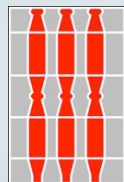
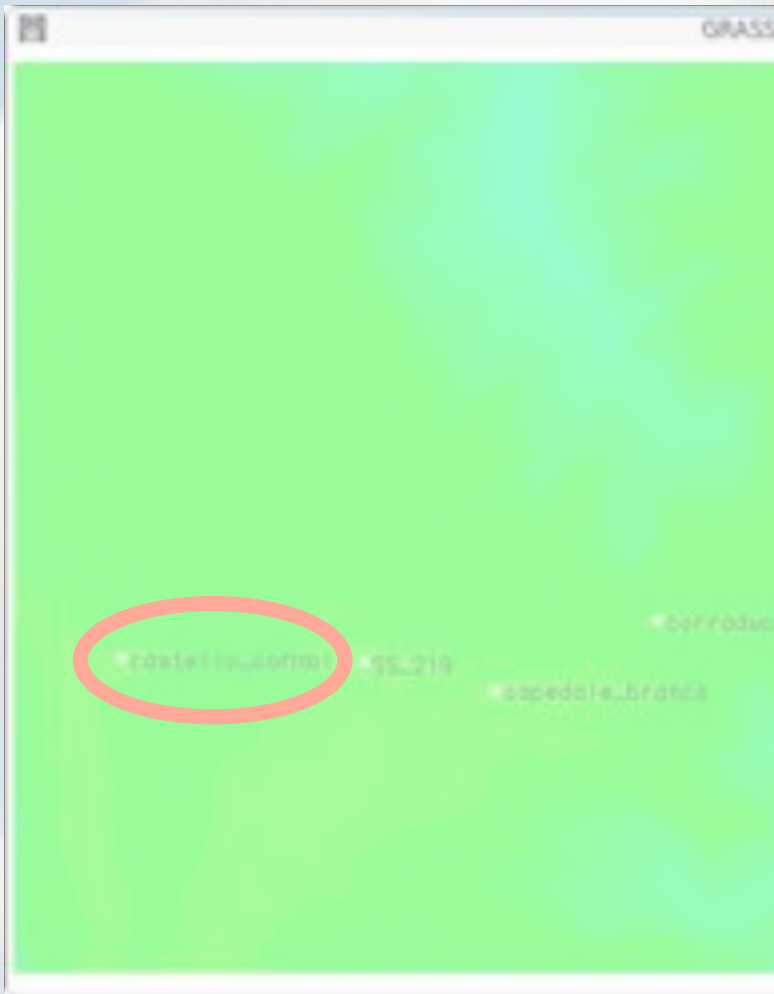


**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



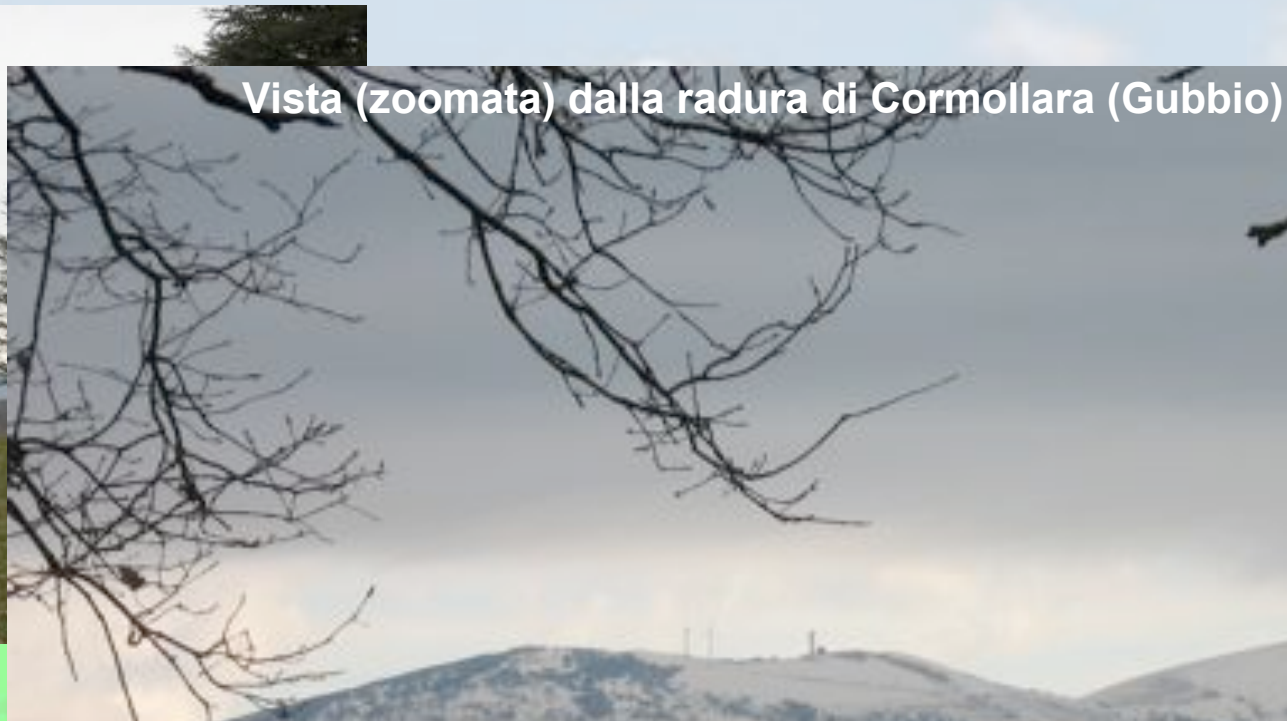
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



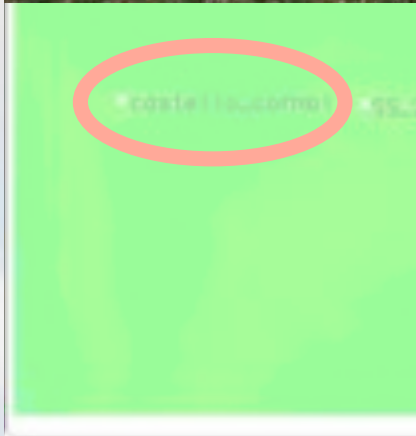
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



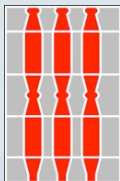
A sx (-90°): la Chiesa



Vista (zoomata) dalla radura di Cormollara (Gubbio)

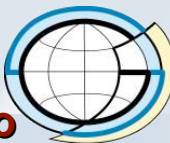


A dx (+90°): il Castello



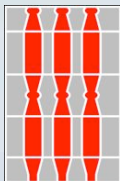
**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Di ogni punto sono state rilevate le coordinate E-N mediante GPS e quindi i punti sono stati importati in GRASS GIS.



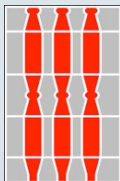
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Di ogni punto sono state rilevate le coordinate E-N mediante GPS e quindi i punti sono stati importati in GRASS GIS.



Osservando che il punto rilevato più lontano dagli impianti si trova a circa 9km di distanza dagli stessi, si è lanciato il programma impostando un raggio di visibilità di 10km e le specifiche prima viste proprie della windfarm di Fossato:

```
r.wind dem=dtm20_regione input=pale_fossato high=45 wind=45  
from=10000 windfarm2=fossato2D windfarm3=fossato3D  
impact=impatto_fossato
```



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Di ogni punto sono state rilevate le coordinate E-N mediante GPS e quindi i punti sono stati importati in GRASS GIS.

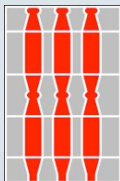


Osservando che il punto rilevato più lontano dagli impianti si trova a circa 9km di distanza dagli stessi, si è lanciato il programma impostando un raggio di visibilità di 10km e le specifiche prima viste proprie della windfarm di Fossato:

```
r.wind dem=dtm20_regione input=pale_fossato high=45 wind=45  
from=10000 windfarm2=fossato2D windfarm3=fossato3D  
impact=impatto_fossato
```

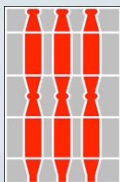
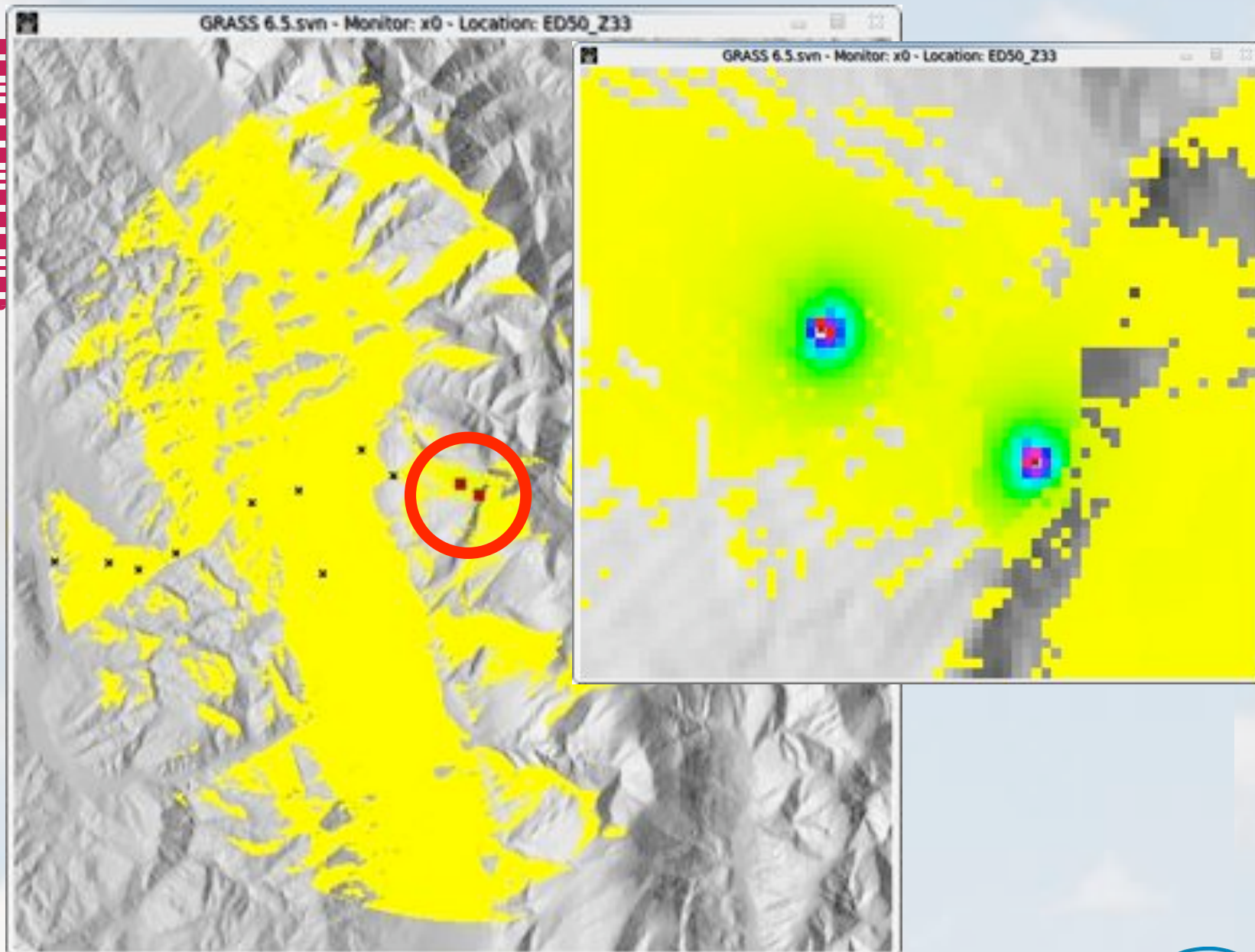


È stata ricodificata la mappa `impatto_fossato` ed è stato proiettato il vettoriale dei punti rilevati

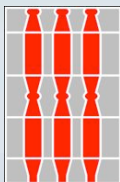
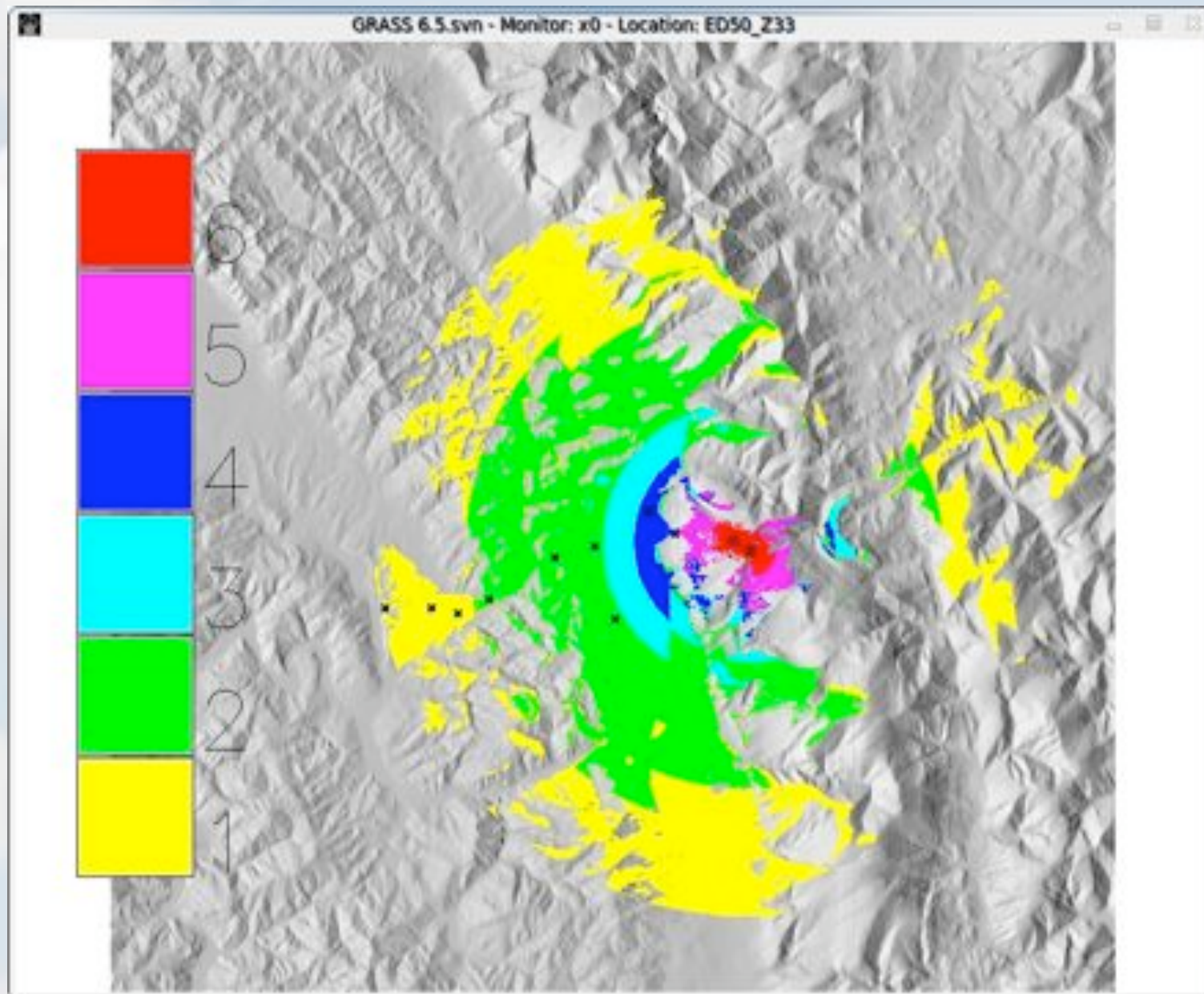


Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Bassissima differenziazione dei valori di impatto nella mappa non ricodificata



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



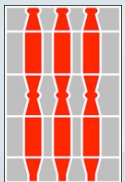
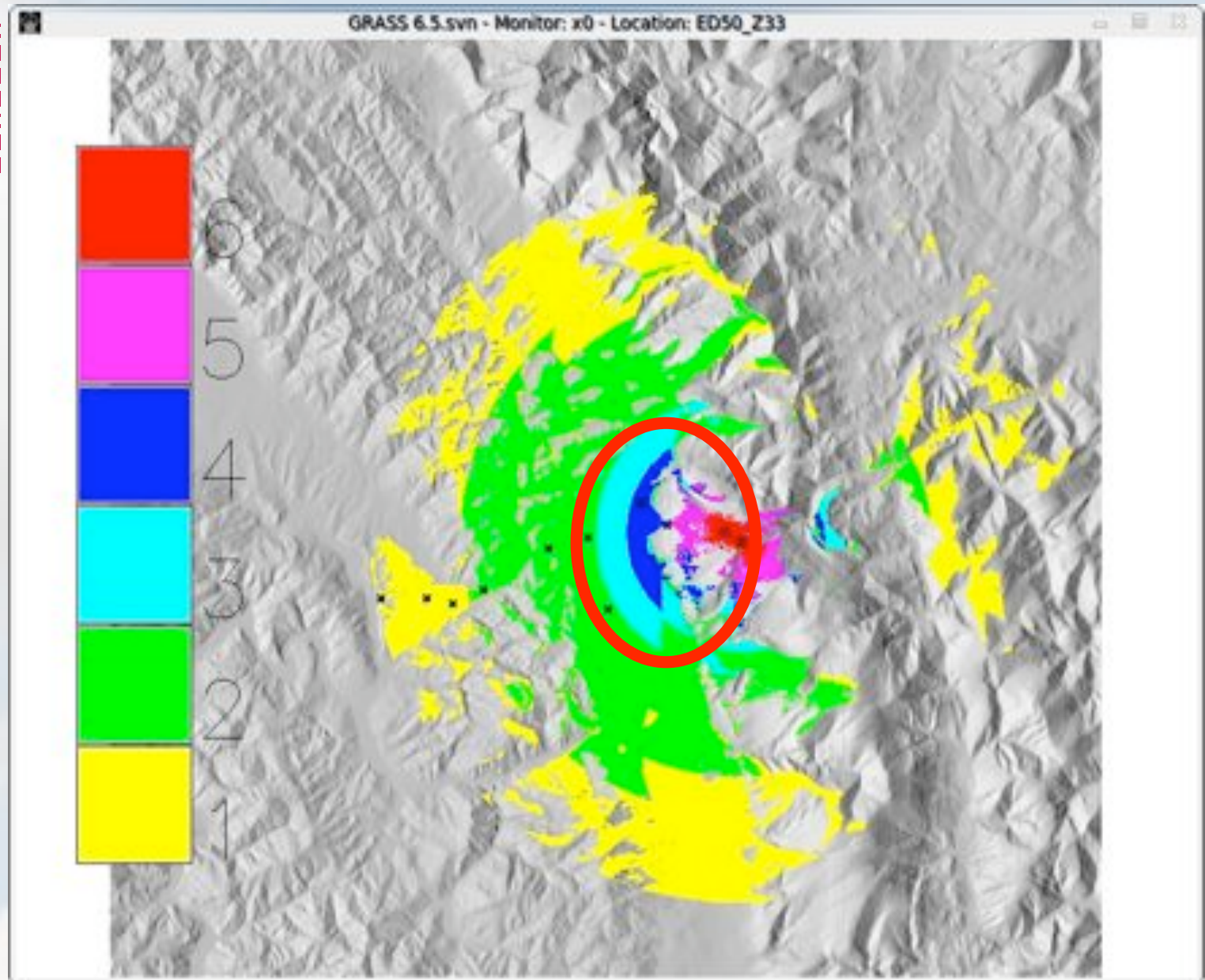
**Regione
Umbria**

**Gfosservices
Studio Associato**



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Corrispondenza
morfologica
rispettata



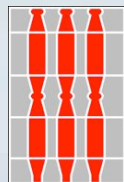
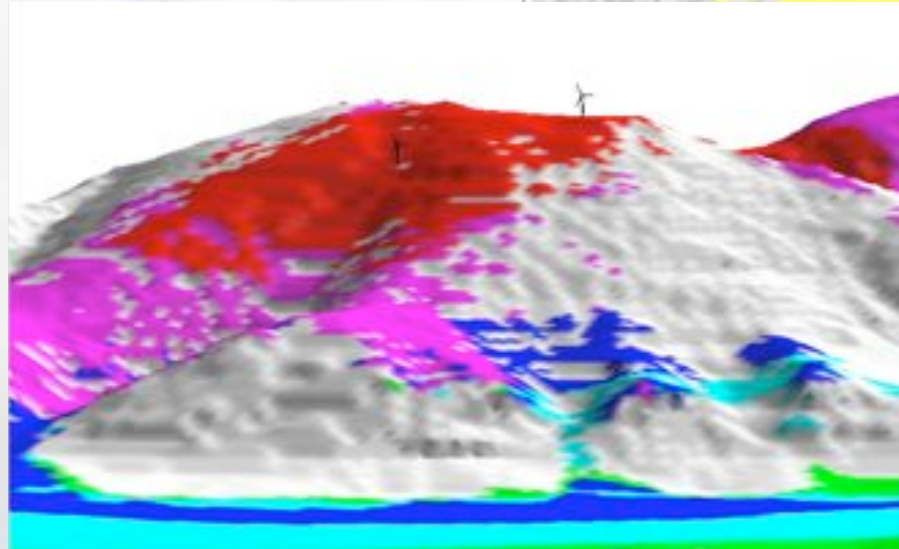
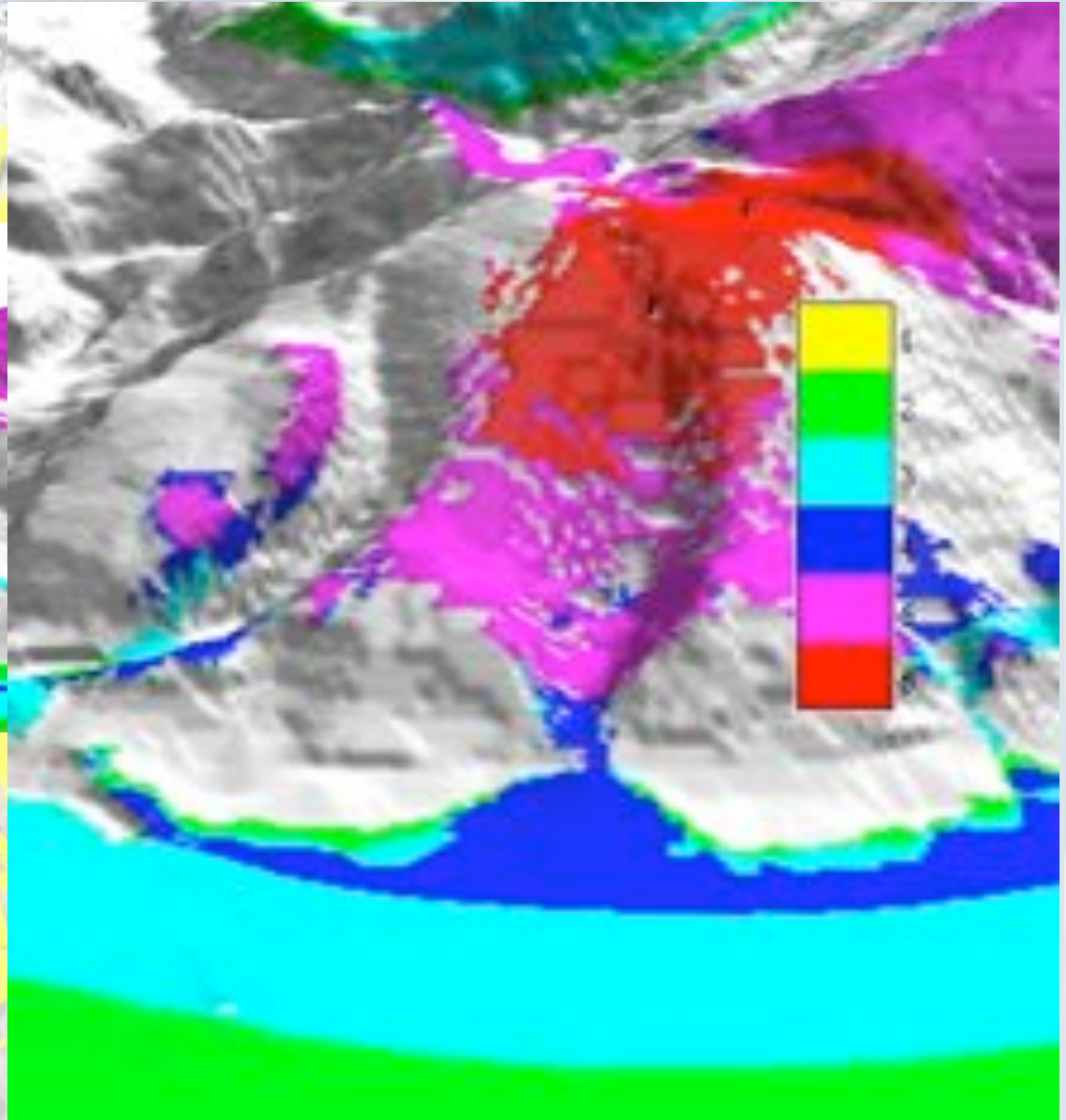
Regione
Umbria

Gfosservices
Studio Associato



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

Corrispondenza
morfologica
rispettata



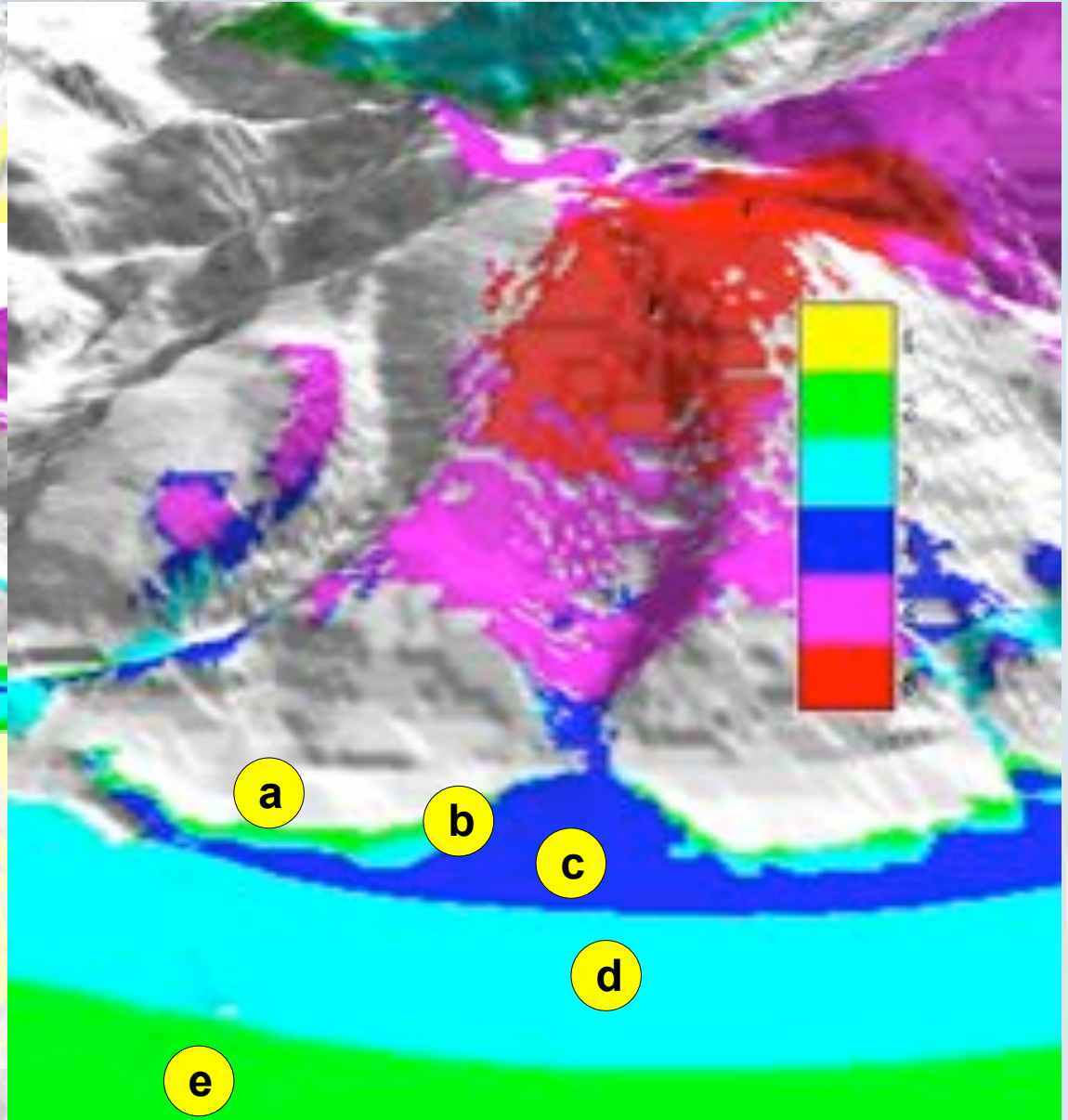
Regione
Umbria

Gfosservices
Studio Associato



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

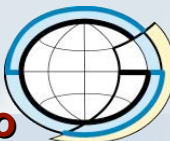
Corrispondenza
morfologica
rispettata



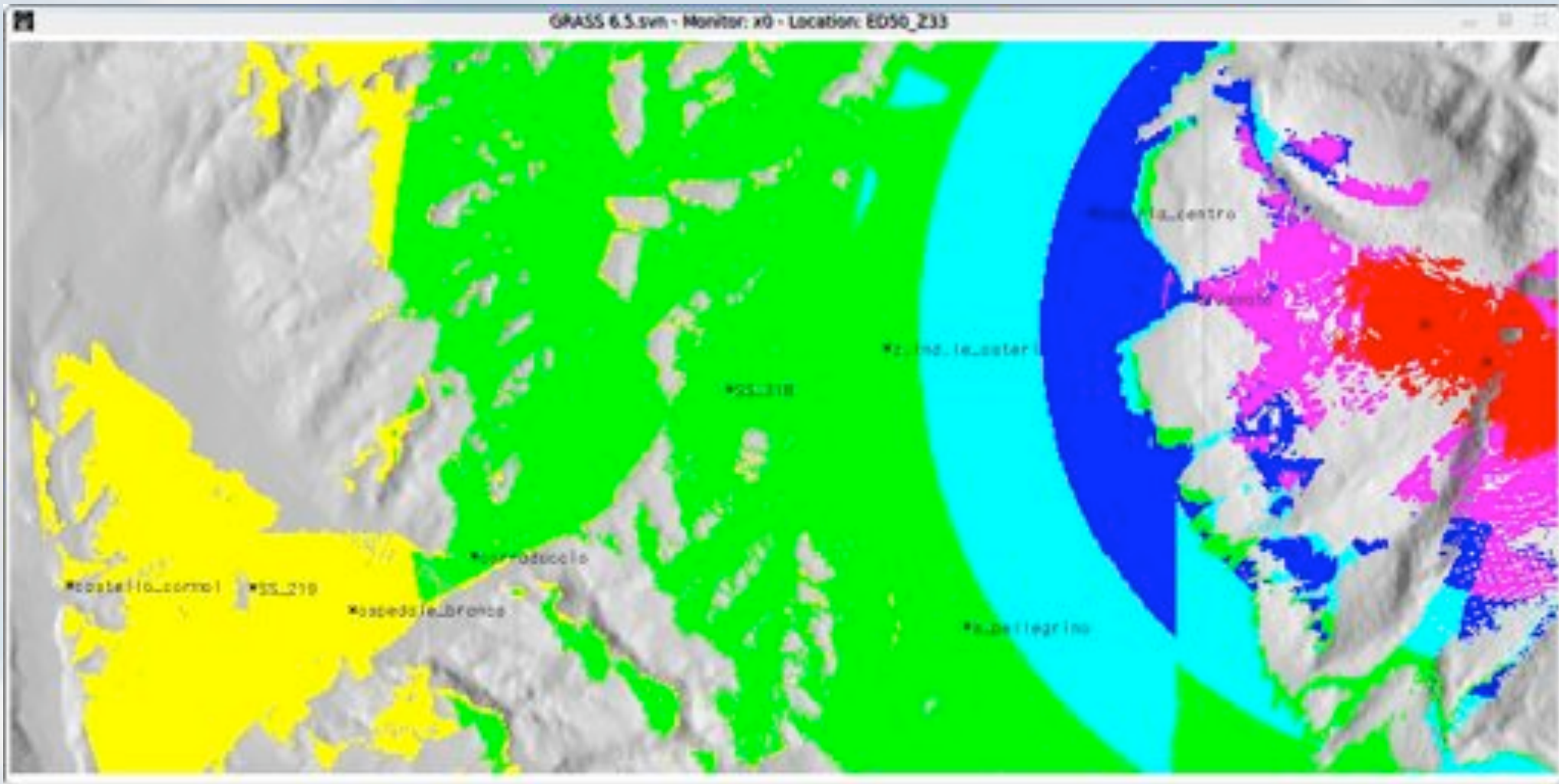
Si può ipotizzare che in a e b gli aerogeneratori si vedano solo in parte (la vista è ostacolata dal rilievo); in c si vedono nella loro interezza e quindi l'impatto diminuisce (in e) poiché ci si allontana progressivamente (aumenta l'estensione del campo visivo).

Regione
Umbria

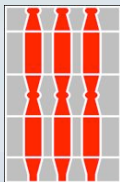
Gfosservices
Studio Associato



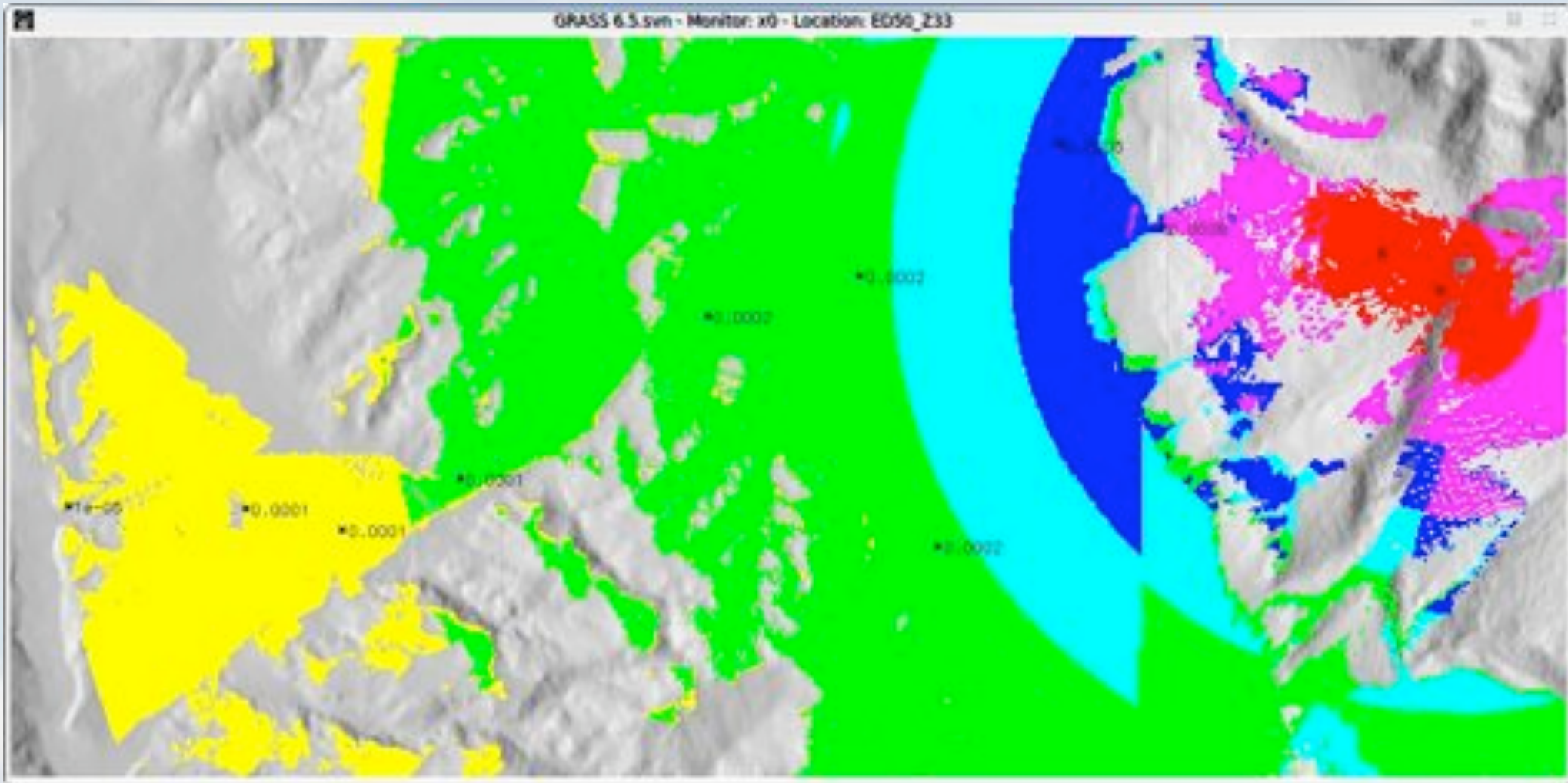
Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)



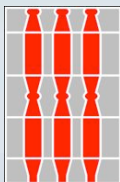
Si può vedere che tutti i punti rilevati ricadono esattamente all'interno della mappa di visibilità prodotta e l'impatto risulta, come ci si attendeva, inversamente proporzionale alla distanza del recettore dagli impianti.



Un caso di studio: l'impianto di Fossato di Vico (PG)

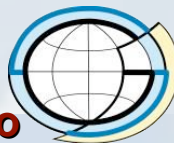


Si può vedere che tutti i punti rilevati ricadono esattamente all'interno della mappa di visibilità prodotta e l'impatto risulta, come ci si attendeva, inversamente proporzionale alla distanza del recettore dagli impianti.

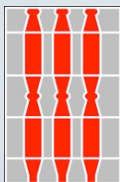
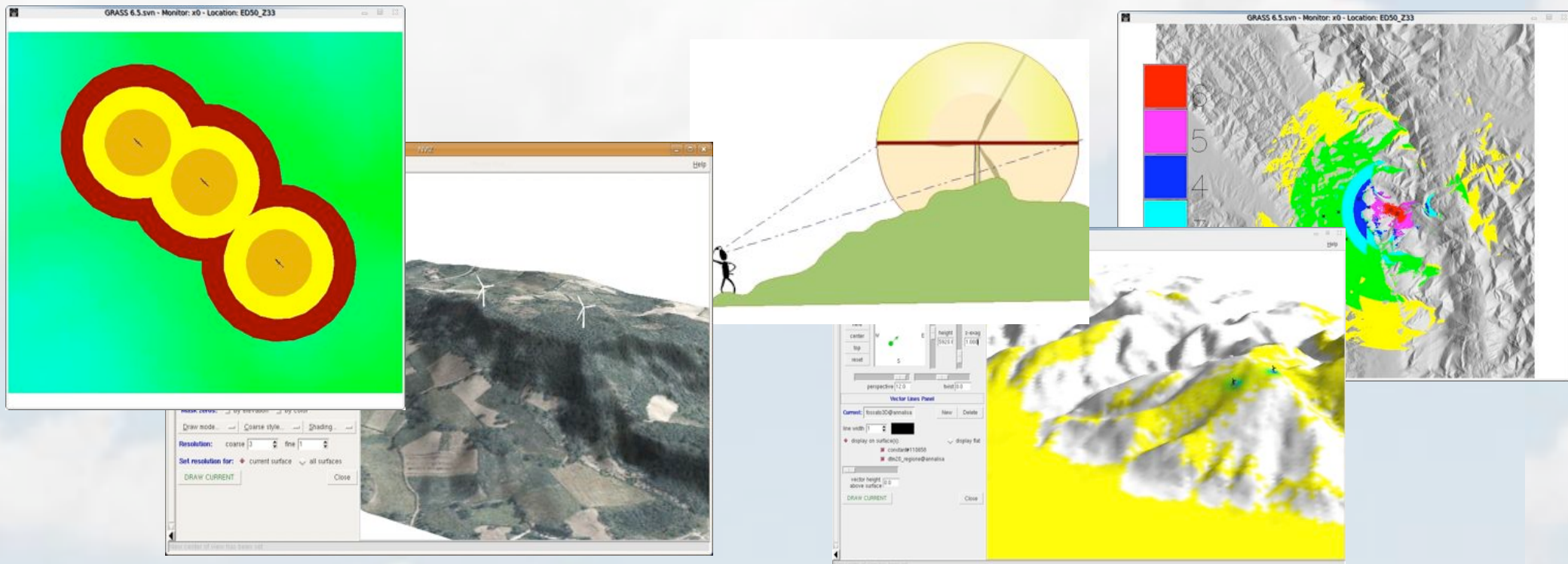


**Regione
Umbria**

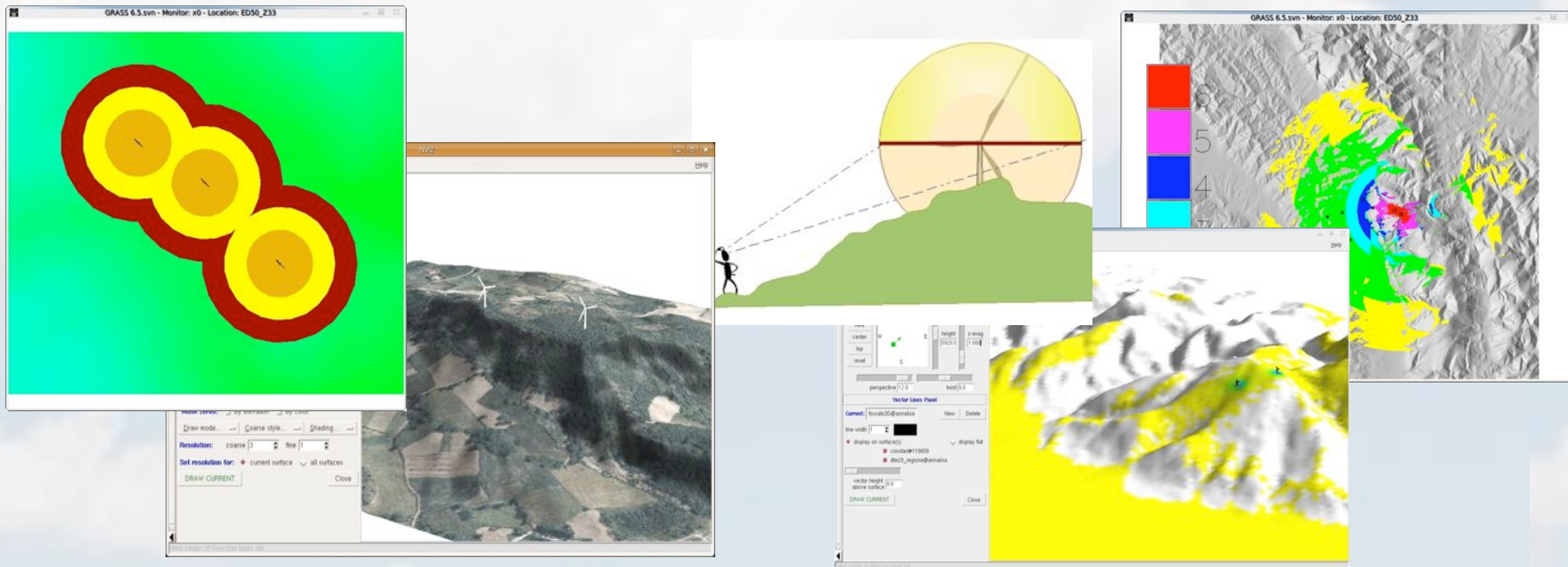
**Gfosservices
Studio Associato**



Il metodo proposto non vuole in definitiva sostituirsi ai sicuramente più completi Studi di Impatto Ambientale, specie in un ambito così delicato com'è quello paesaggistico; ma può divenire un valido strumento di ausilio alla pianificazione in quanto potente (la definizione continua nello spazio dell'impatto permette non solo di "avere un'idea" ma di **quantificare** punto per punto la visibilità) rimanendo, tuttavia, uno strumento relativamente semplice da usare.



Il metodo proposto non vuole in definitiva sostituirsi ai sicuramente più completi Studi di Impatto Ambientale, specie in un ambito così delicato com'è quello paesaggistico; ma può divenire un valido strumento di ausilio alla pianificazione in quanto potente (la definizione continua nello spazio dell'impatto permette non solo di "avere un'idea" ma di **quantificare** punto per punto la visibilità) rimanendo, tuttavia, uno strumento relativamente semplice da usare.



Grazie per l'attenzione!

