

Georock 3D

Part I Georock 3D	1
1 Home	2
GeoDropBox	2
Dati Generali e Anagrafica	3
Piano quotato	3
Importazione di un piano quotato	4
Importazione file punti (x,y,z)	4
Come importare la geometria con QGIS	7
Assegnazione dei materiali	19
Selezione dell'area di lancio	22
Condizioni iniziali	23
Calcolo della Velocità Iniziale tramite il Teorema dell'Impulso	24
Assegnazione delle barriere	26
Riferimenti	27
2 Visualizza	28
Immagine raster	28
Gradiente	29
3 Strumenti	30
Ritaglia piano quotato	30
Sezione	31
4 Calcolo e Grafici 3D	32
Animazione	34
Part II Geoapp	34
1 Sezione Geoapp	35
Part III Software Geomeccanica rocce	35
Part IV Caduta massi 2D - Georock 2D	35
Part V Cenni teorici	37
1 Metodo Lumped Mass	39
Part VI Contatti	42
Index	0

1 Georock 3D

GeoRock 3D consente di effettuare l'analisi spaziale "è dotato di un sofisticato algoritmo" della caduta massi e di progettare, ottimizzandole, le opere di protezione.

Geometria versante

La modellazione del versante avviene tramite un piano quotato che potrà essere importato da diversi formati o software esterni. La triangolazione è un dato molto importante dell'analisi tridimensionale Georock 3D consente di importare delle triangolazioni oppure di eseguirle automaticamente sulla base di un file di punti.

Proprietà del materiale

Il versante viene discretizzato in zone omogenee aventi le stesse caratteristiche meccaniche definite tramite i coefficienti di restituzione normale e tangenziale.

Geometria e proprietà del masso

Il masso è caratterizzato, dal punto di vista geometrico, di forma sferica, con moto di rotazione attorno al baricentro; meccanicamente, dalla sua durezza e massa.

Zona di lanci

L'input della zona dei potenziali distacchi può essere effettuato direttamente nel 3D definendo per ogni possibile distacco le velocità di partenza.

Calcolo

Le informazioni fornite sono: visualizzazione grafica delle traiettorie tridimensionali, velocità ed energia.

Opere di protezione

Le opere di protezione possono essere inserite direttamente nel 3D, il loro posizionamento può essere ottimizzato dalla visualizzazione grafica delle traiettorie 3D.

Barriere paramassi

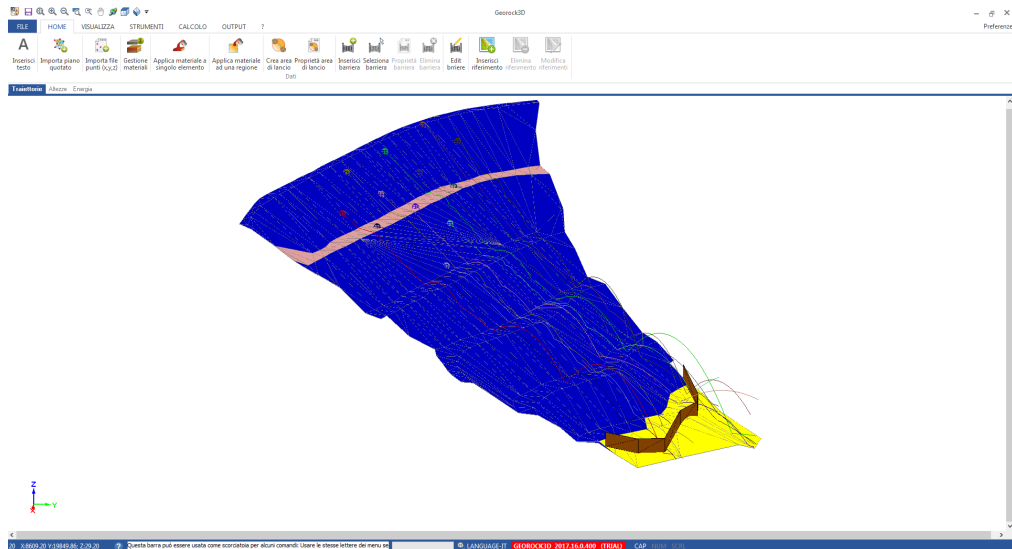
E' possibile creare un archivio di barriere paramassi ed inserirle direttamente nel tridimensionale.

Dimensionamento opere

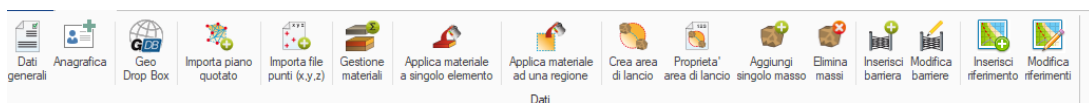
Il dimensionamento delle opere di difesa si può effettuare con B.D. (BARRIER DESIGN), software per la progettazione e la verifica di barriere rigide ed elastiche, sviluppato da Geostru Software.

Collegamenti

Il software si interfaccia con il software Trispacce e Georock 2D.



1.1 Home




1.1.1 GeoDropBox



L'utente può collegare il proprio account di GeoDropBox per caricare e salvare i file direttamente dal software

x



Email

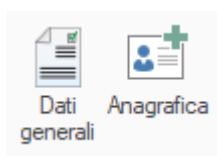
Password

Ricordami [Password dimenticata?](#)

Login

[Non hai ancora un account?](#) [Registrati](#)

1.1.2 Dati Generali e Anagrafica



In Dati Generali e Anagrafica è possibile inserire i dati del progetto e l'Anagrafica del professionista. Questi dati verranno poi stampati nella relazione di output:

1.1.3 Piano quotato

Georock 3D si basa sulla definizione tridimensionale della superficie tramite piano quotato.

Definire un piano quotato correttamente è indispensabile in quanto è in dato predominante dell'analisi.

Pertanto si consiglia di utilizzare dei software per la generazione del piano quotato con tecniche di triangolazione del tipo **Delaunay** incrementale oppure con **triangolazione anisotropa**.

Il software **Trispace** prodotto da *Geostru software* è uno strumento appositamente creato per l'analisi 3D del territorio, il quale consente di generare delle sofisticate mesh con molte opzioni di analisi, tra queste anche la triangolazione incrementale ed anisotropa.

Inoltre è possibile estrarre punti tridimensionali da cartografie 3D tramite le **G.A.A (Geostru Autocad Applications)** i quali possono essere triangolarizzati con software dedicati.

Inoltre il formato di lettura del piano quotato è del tipo testo, ogni riga contiene le coordinate del triangolo nel formato **[x,y,z]**
[x,y,z] [x,y,z]

1.1.3.1 Importazione di un piano quotato



L'operazione preliminare allo sviluppo di un progetto è l'importazione delle informazioni relative alla triangolazione dell'area di lavoro. Georock 3D è completamente compatibile con le triangolazioni generate da Trispace, queste possono essere importate mediante l'apposito comando presente nel menù dati.

1.1.4 Importazione file punti (x,y,z)

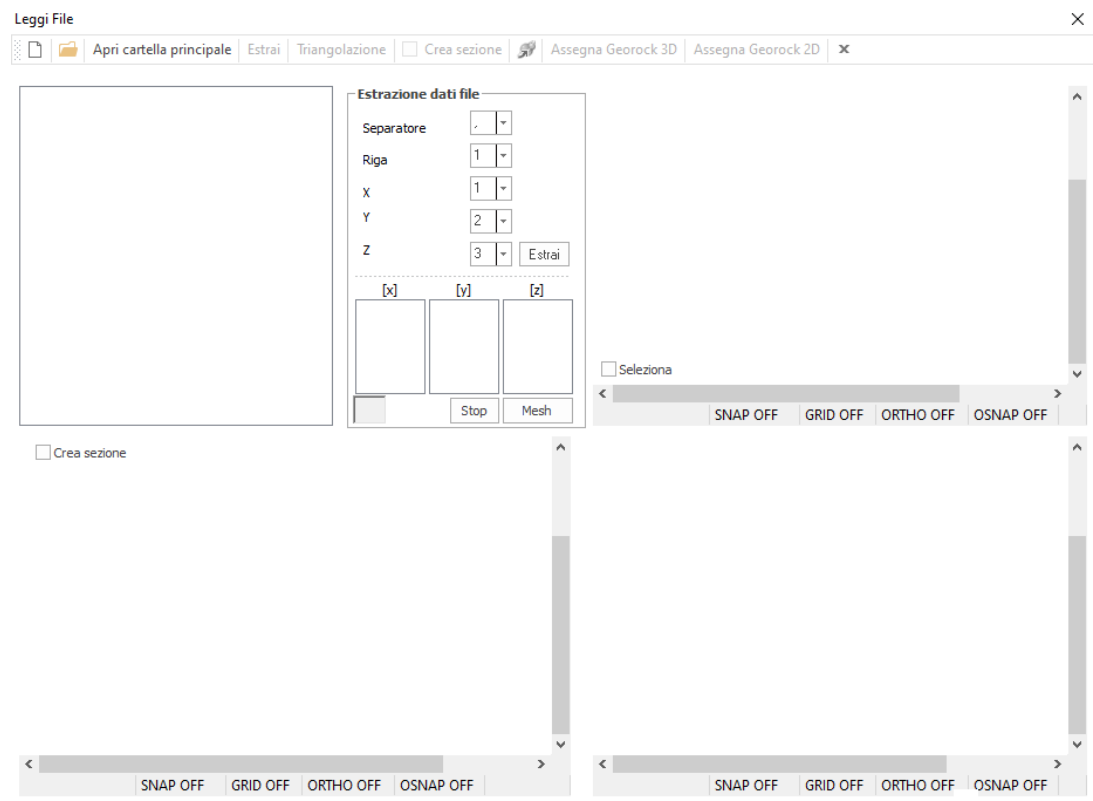
L'importazione della geometria del versante può avvenire da file di testo con specificate le coordinate x,y,z di ogni punto organizzati in 3 campi (colonne): ogni record (riga) indica un punto.

Le coordinate da importare devono essere piane, ovvero espresse in m o altra grandezza piana e non in latitudine e longitudine ovvero angoli



Il comando di importazione è raggiungibile da "Home">"Importa file punti (x,y,z)":




Si aprirà la finestra di lettura del file di testo contenente le coordinate dei punti:

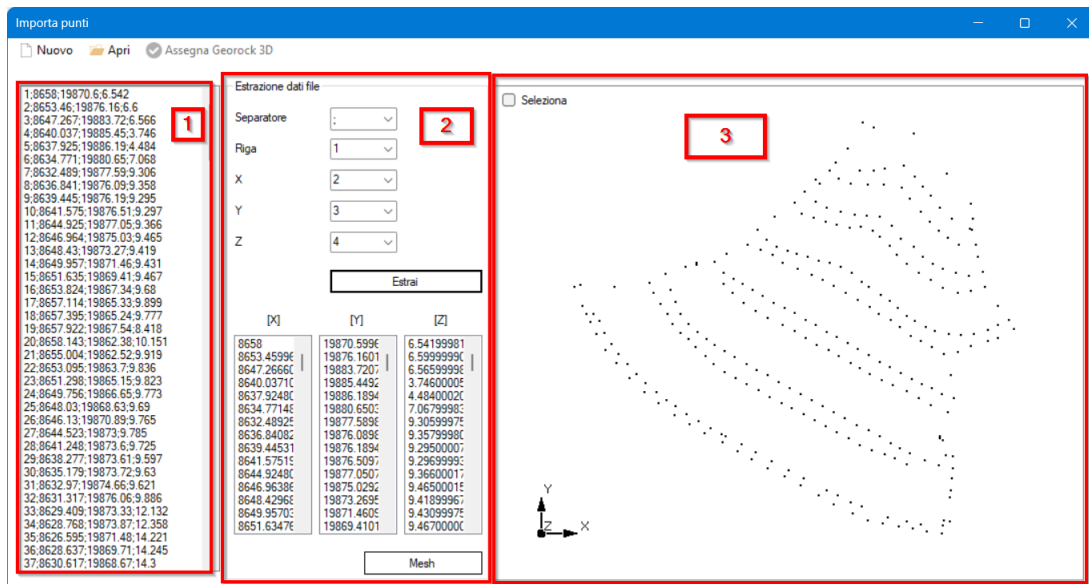


Dove nella barra in alto possiamo trovare:

- **Nuovo** : permette la reinizializzazione dell'importazione cancellando i dati caricati;
- **Apri**  e **Apri cartella principale**: apre la finestra di dialogo di apertura file;

- **Estrai:** una volta impostati tutte i parametri in "Estrazione dati file", estraggono le coordinate x, y, z ;
- **Triangolazione:** effettua la triangolazione dei punti estratti;
- **Crea sezione:** permette di tracciare una sezione lungo il pendio;
- **Ruota** : se attivo (a triangolazione avvenuta) permette la rotazione tridimensionale del modello creato;
- **Assegna a Georock3D:** a triangolazione avvenuta se il risultato è quello desiderato viene assegnata la geometria al software;
- **Assegna a Georock 2D:** dopo aver tracciato una sezione è possibile importarla in Georock 2D (comando attivo se si ha installato Georock 2D), verrà creato un file di formato *.EDP da importare.

La finestra di importazione è possibile suddividerla in cinque aree:



1. **Anteprima file:** in questa area viene mostrata un'anteprima del file di testo che deve essere aperto;
2. **Estrazione file:** qui è possibile impostare dei parametri di importazione come il **separatore** dei campi (colonne), il numero della **riga** da cui far partire l'estrazione, e il numero del campo (colonna) della coordinate **X, Y, Z**. Premendo estrai comparirà un'ulteriore finestra di dialogo per effettuare un filtraggio dei dati:

Filter ×

Escludere tutte le X con valore pari a

Escludere tutte le Y con valore pari a

Campo di validità delle quote min, max

Escludere i punti a distanza minore di

Il tasto Mesh fa partire la triangolazione dei punti e Stop l'arresta;

3. **Anteprima planimetrica:** viene visualizzata la mesh 3D del risultato di triangolazione, inoltre in questa area è possibile tracciare la sezione flaggando "Crea sezione" e disegnando la linea di sezione; in tempo reale verrà visualizzata la sezione in 3 e 5;

Di seguito un breve tutorial su come importare la geometria da un file di testo:

1.1.5 Come importare la geometria con QGIS

Importazione del DXF in QGIS

In QGIS, è possibile importare un file *.DXF come se fosse un vettore. Al momento dell'importazione verranno riconosciuti gli elementi puntuali, lineari e poligonali; e, verrà chiesto quali importare (Figura 1).

Nell'esempio di seguito verranno trattati elementi lineari.

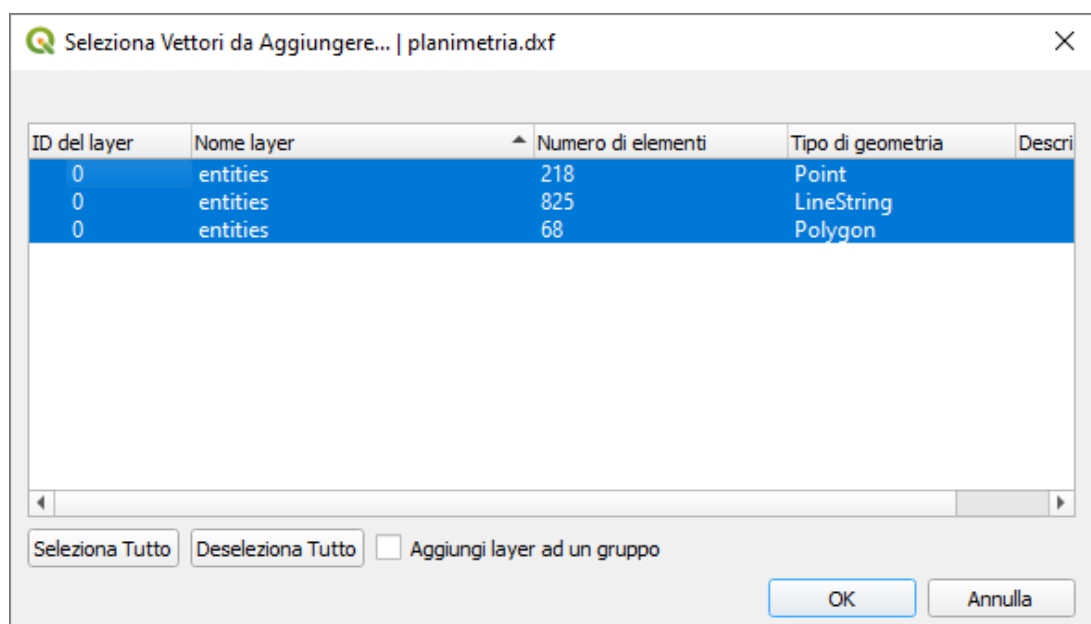


Figura 1 – Finestra di selezione entità da importare in QGIS

Una volta importato il *.DXF, si procede al filtraggio attraverso una selezione degli elementi lineari rappresentanti le curve di livello. Nell'esempio sono stati selezionati gli elementi ricadenti nel campo Layer della curva Ordinaria e Direttrice (05.01 – Curva Dir. e 05.02 – Curva ord.) (Figura 2). Naturalmente se si hanno altri elementi quotati, come punti quotati, si possono importare gli elementi puntuali dal file *.DXF e filtrare anche quest'ultimi:

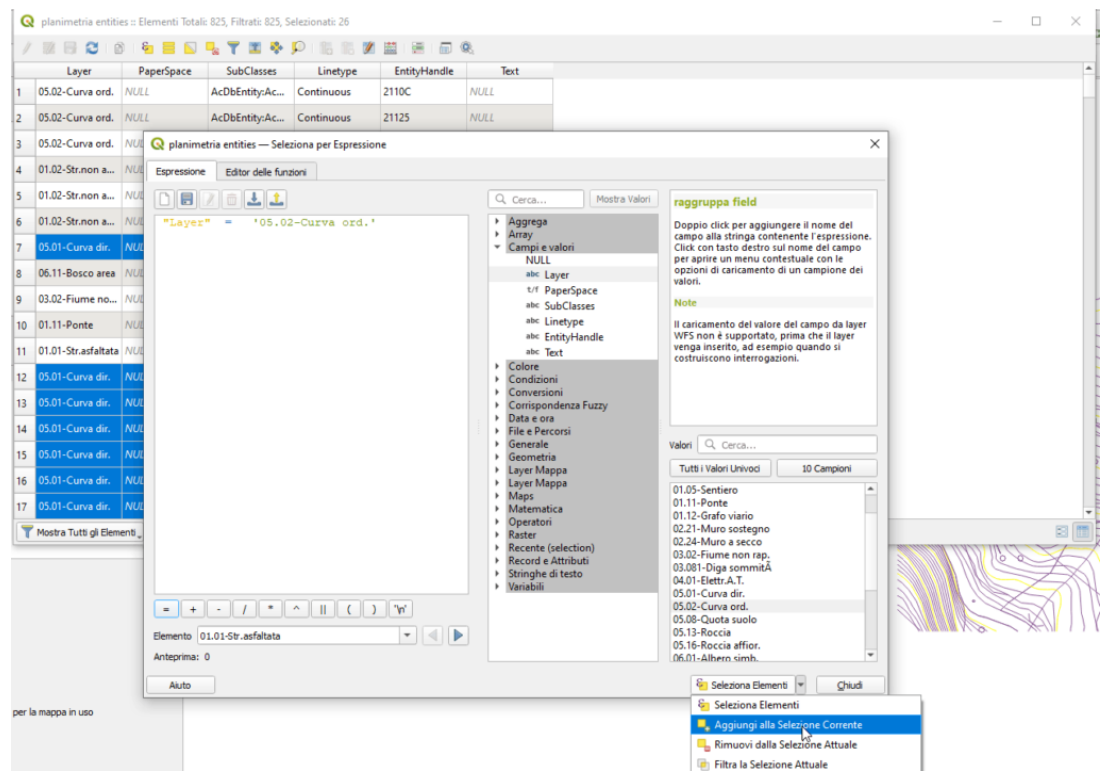


Figura 2 – Utilizzo dello strumento Selezione tramite espressione di QGIS per filtrare le curve di livello

Esportazione elementi selezionati in formato *.shp (shapefile)

Filtrate le curve di livello, si esportano gli elementi lineari appena selezionati in formato shapefile (*.shp)(Figura 3):

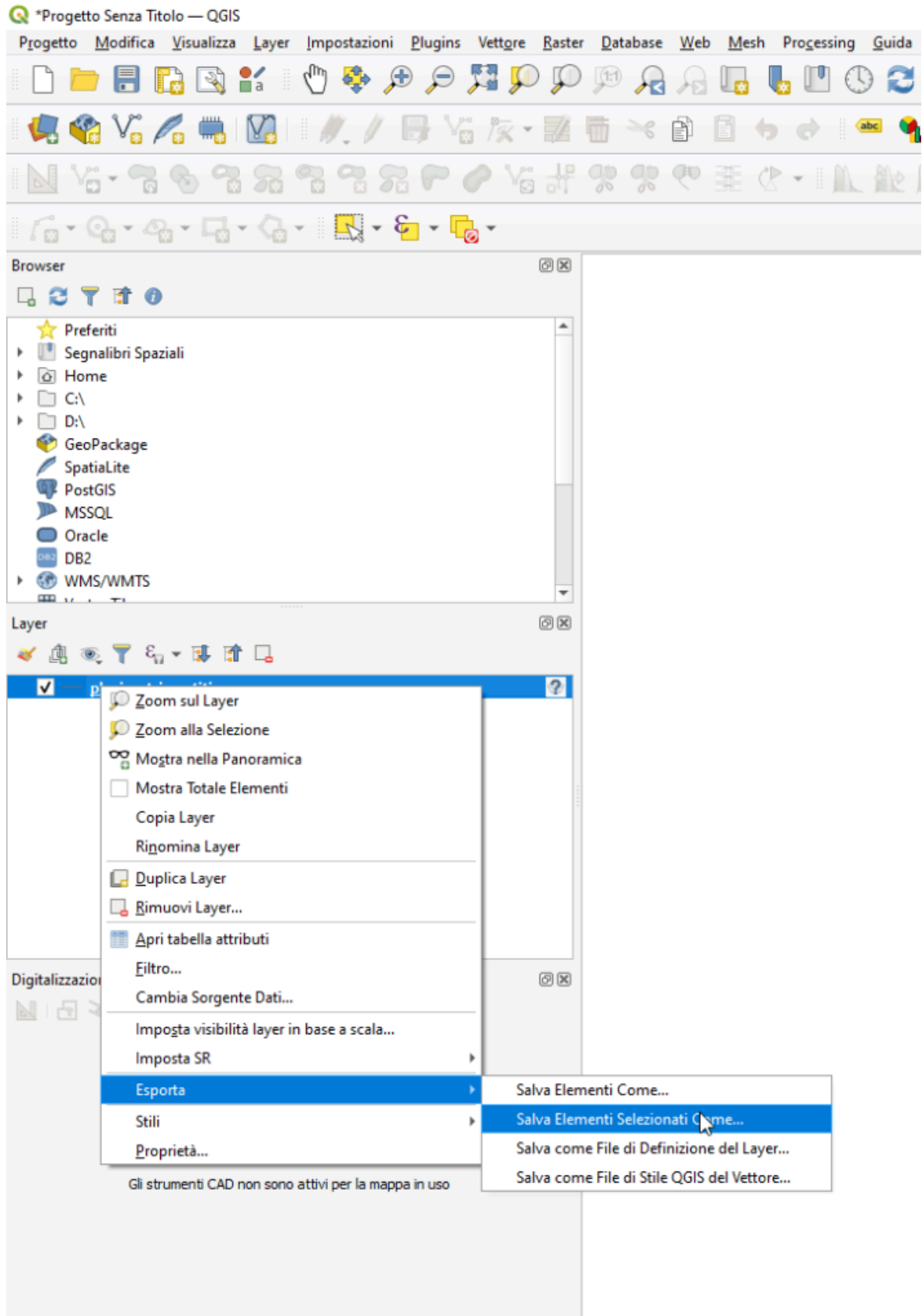


Figura 3 – Esportazione elementi filtrati (selezionati)

Ricordandosi di controllare che l'opzione "Salva solo gli elementi selezionati" sia selezionata, che la geometria sia impostata in

“LineString” (elemento lineare) e che sia spuntata “Includi dimensione Z” per esportare le informazioni della quota (Figura 4):

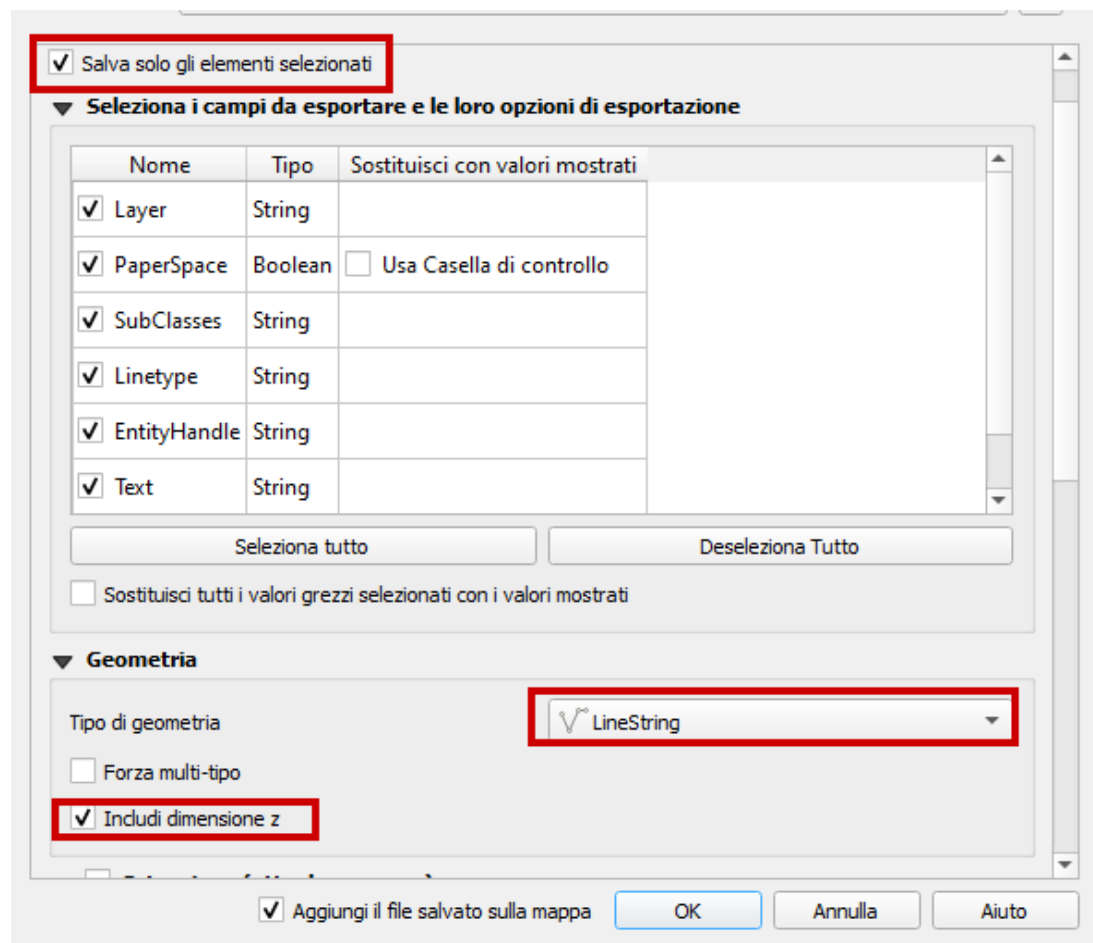


Figura 4 – Impostazioni di esportazione in QGIS

Ottenendo così la planimetria “pulita”:

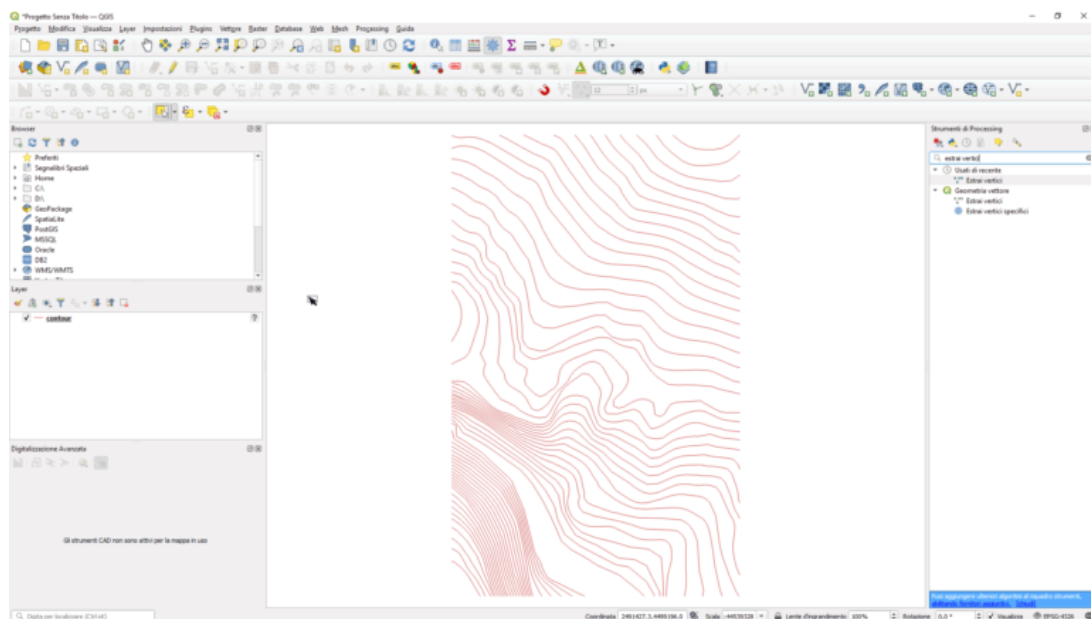


Figura 5 – Curve di livello in formato *.shp filtrate da file *.dxf

Estrazione dei vertici

Il passo successivo è quello di estrarre i vertici in formato puntuale dalle polilinee che formano le curve di livello. In QGIS vi è lo strumento interno "Estrai vertici" che è adatto allo scopo. È raggiungibile da Vettore > Strumenti di Geometria oppure digitando "Estrai vertici" nella barra degli strumenti di Processing (Figura 6):

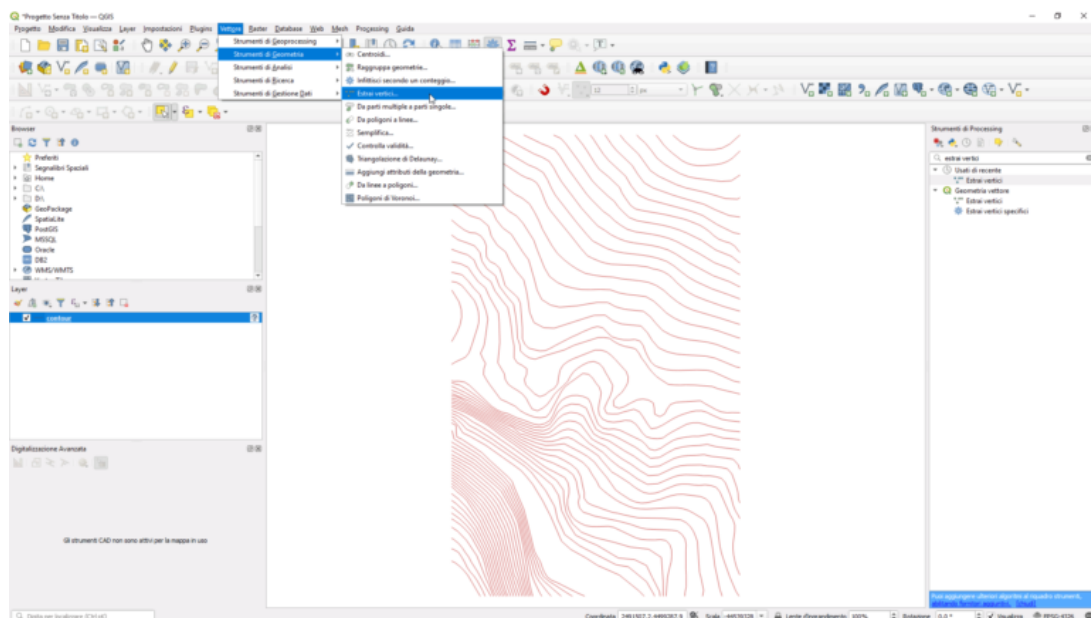


Figura 6 – Come raggiungere lo strumento estrai vertici in QGIS

Comparirà un semplice finestra in cui specificare l'input (il layer di tipo lineare) e la directory di output dove salvare il nuove file *.shp. Il nuovo layer puntuale verrà aggiunto al progetto (Figura 7):

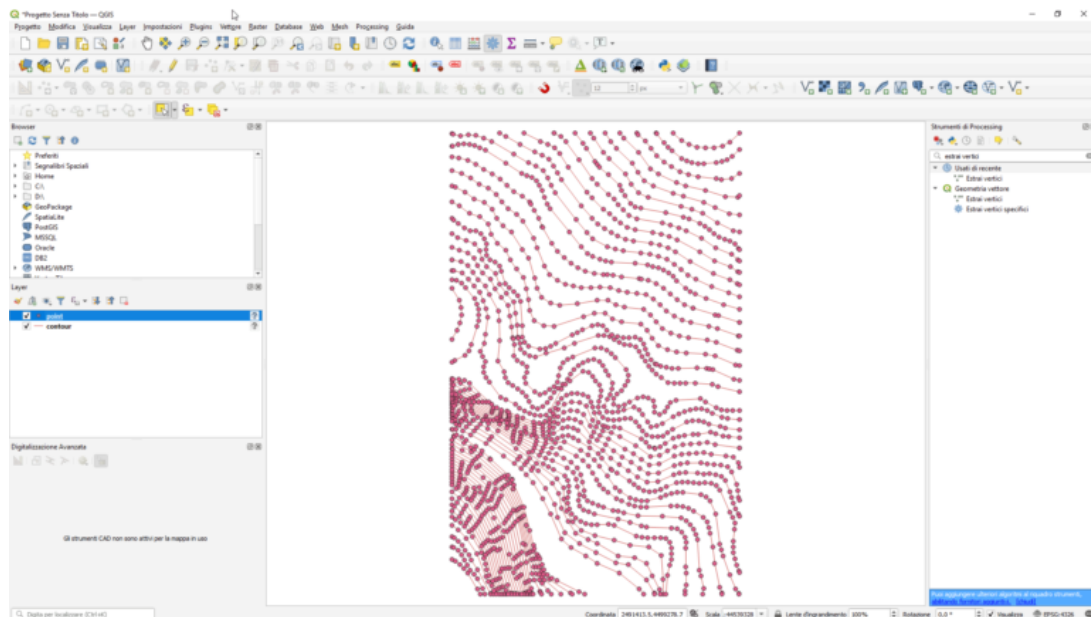


Figura 7 – Risultato dell'estrazione dei vertici

Esportazione dei dati in *.CSV

A questo punto, si è ricavata un'informazione puntuale con coordinate tridimensionali (planimetriche + altimetriche). Queste informazioni sono intrinseche nel dato e non sono esplicitate nella tabella attributi, in quanto nel *.dxf gli elementi sono dotati di una quota Z (per esempio Polilinee 3D, punti 3D derivanti da rilievi o da CTR). In QGIS però è possibile esportare le informazioni delle coordinate degli elementi, in formato *.CSV.

Andando sul layer puntuale appena creato e ripetendo la procedura di esportazione vista in precedenza, si possono deselezionare tutti i campi (in quanto inutili allo scopo), selezionare come tipo di geometria quella puntuale includendo la dimensione z (Figura 8) e, molto importante, in "Opzioni del Layer" in "GEOMETRY" selezionare l'opzione "AS_XYZ" (Figura 9). Si genererà un file *.csv con le coordinate dei punti.

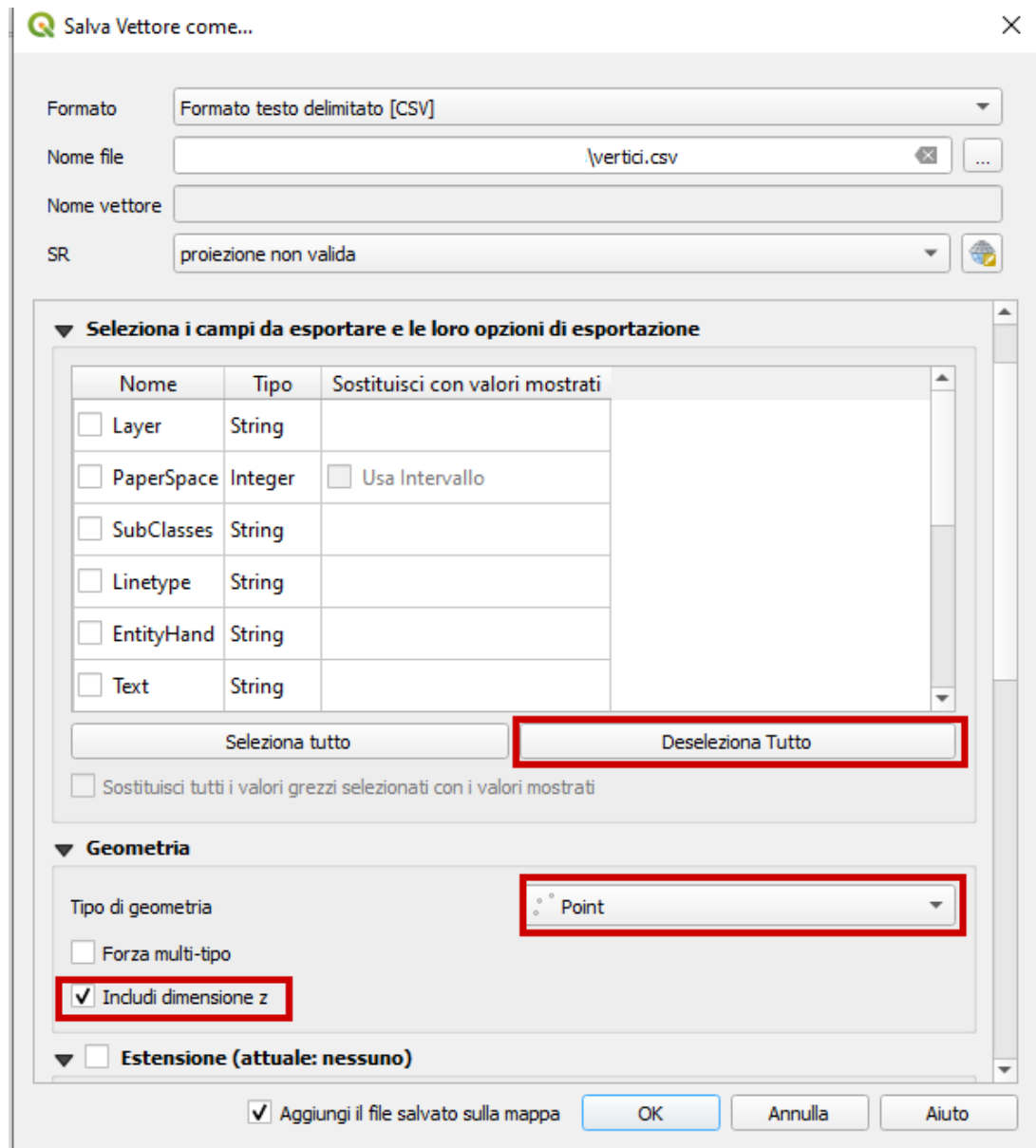


Figura 8 – Esportazione in file *.CSV

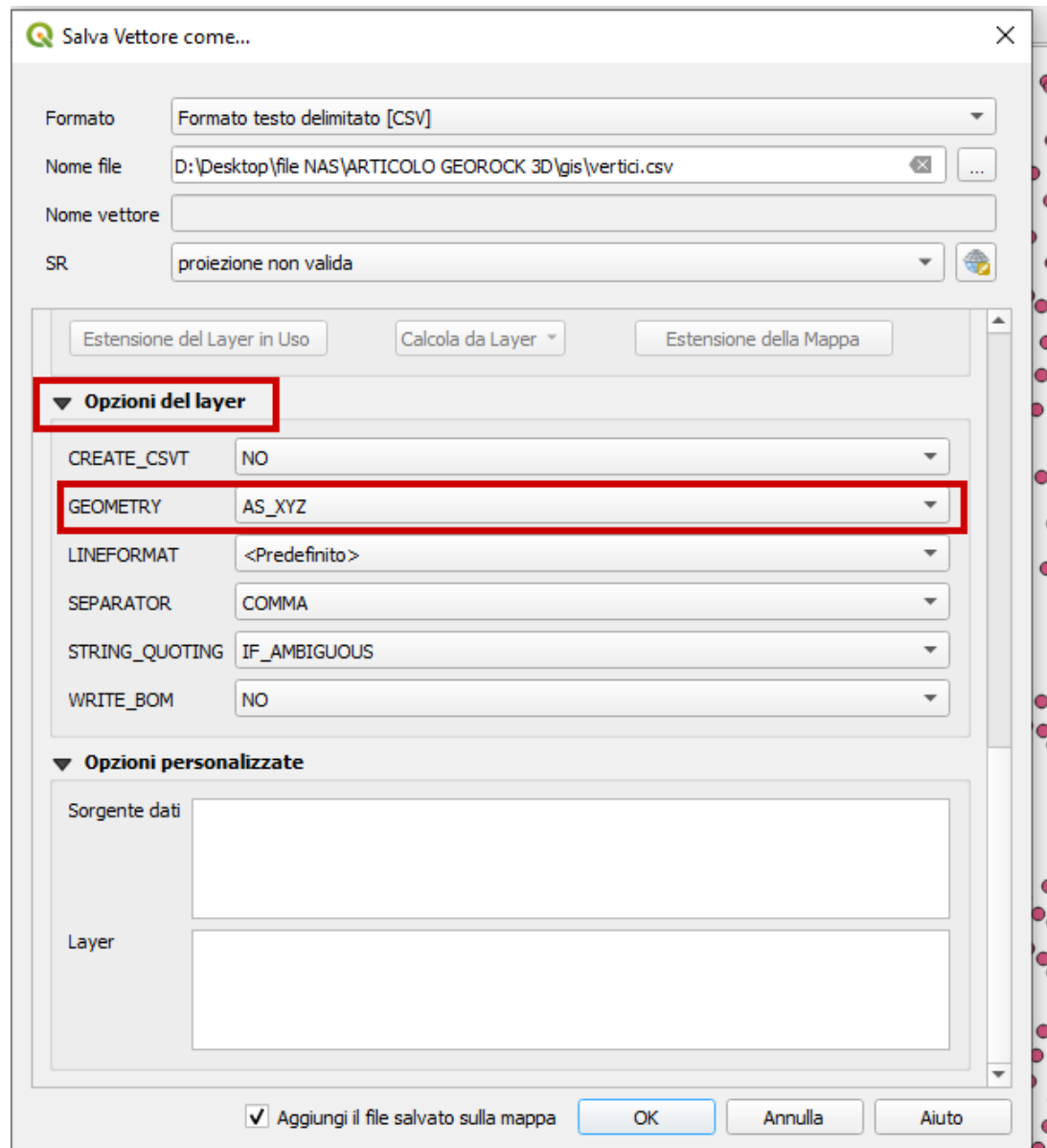


Figura 9 – Impostazione di esportazione delle geometria in coordinate x,y,z

Importazione della geometria in Georock 3D



Breve tutorial sul processo di importazione della geometria nel software Georock 3D di Geostru. Il file di testo nell'esempio contiene le informazioni delle coordinate X,Y, Z dei punti di un versante.

Il file *.csv appena generato, una volta aperto con Excel, potrà essere salvato in formato di testo *.txt (con valori delimitati da tabulazioni). Avviato GeoStru GeoRock 3D, in Home è presente lo strumento "Importa file punti (x,y,z)" (Figura 10). Una volta premuto comparirà la finestra di importazione file dove aprire il file di testo appena generato (Figura 11):



Figura 10 – Strumento Importa file punti (x,y,z) in Georock 3D

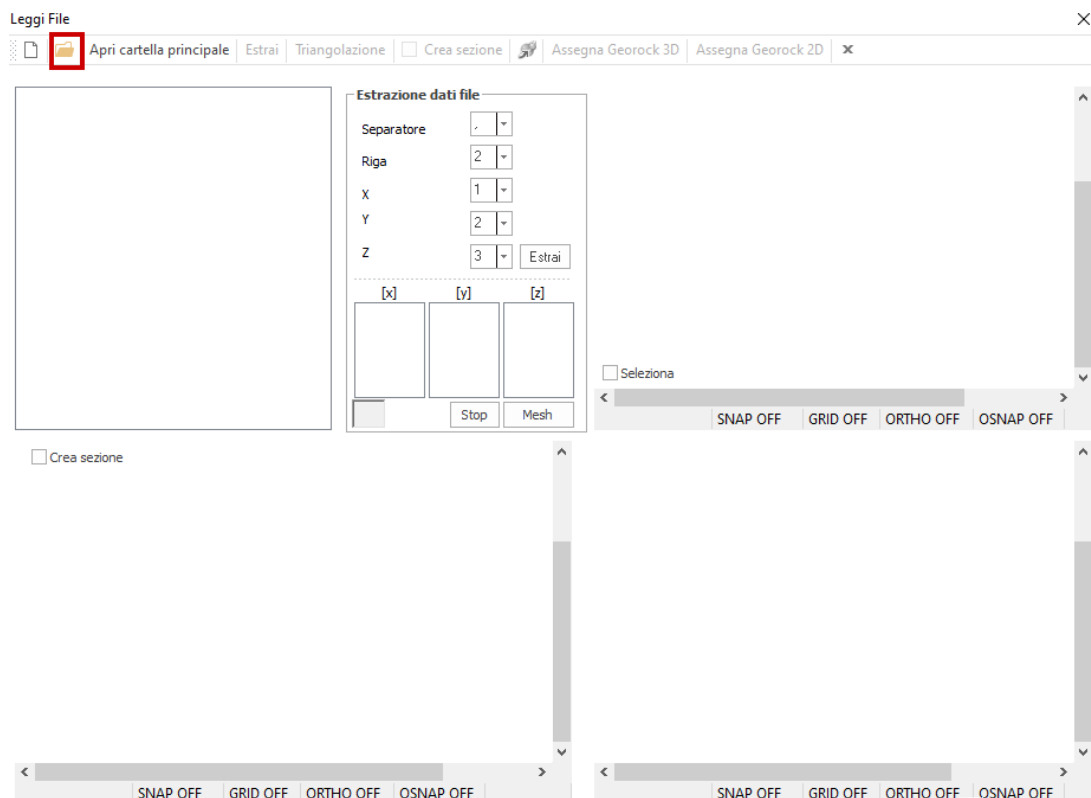


Figura 11 – Finestra di gestione importazione file Georock 3D

Il file verrà letto dal software e, in particolare per questo esempio, sarà necessario impostare i seguenti parametri di importazione in "Estrazione dati file" e premere "Estrai" (Figura 12):

- Separatore: è il separatore di campi presente nel file di testo. Nel caso in esame è la virgola ",";
- Riga: è il numero della riga da dove iniziare a leggere i dati. Nell'esempio viene impostato 2 in quanto nella prima riga è presente l'intestazione;
- X: numero di colonna (o campo) in cui è presente la coordinata X, in questo caso la prima;
- Y: numero di colonna (o campo) in cui è presente la coordinata Y, in questo caso la seconda;
- Z: numero di colonna (o campo) in cui è presente la coordinata Z, in questo caso la terza;

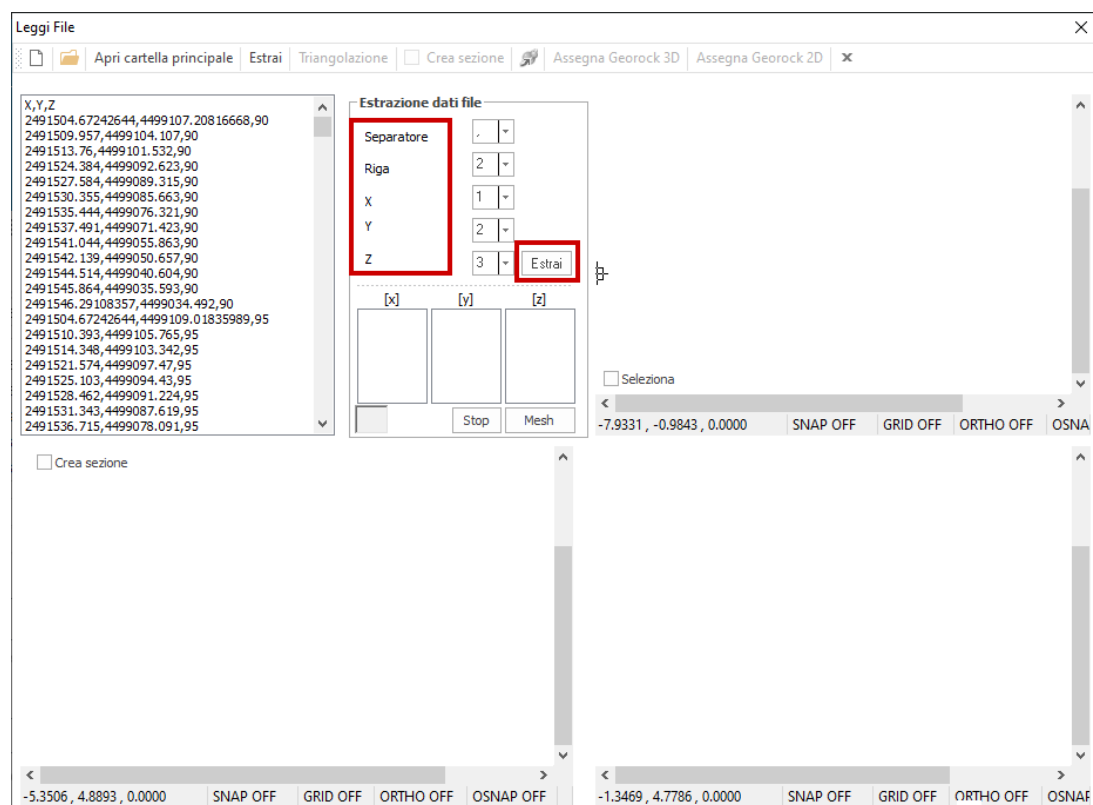


Figura 12 – Estrazione dei dati da elaborare

Comparirà successivamente un'ulteriore finestra per filtrare i dati secondo determinati valori di coordinate e quote massime e minime (Figura 13):

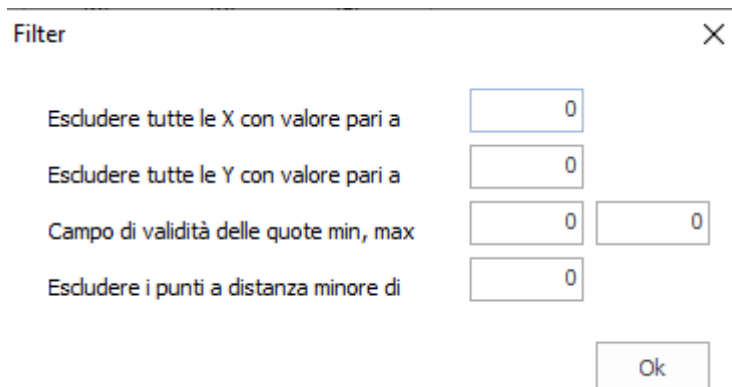


Figura 13 – Finestra i filtro dati

Lette le coordinate, premendo sul tasto "Mesh" si avrà un'anteprima della Mesh 3D in alto a destra e il risultato della triangolazione in planimetria in basso a sinistra. Una volta accettato il risultato non rimane che cliccare "Assegna a Georock 3D" per concludere l'importazione nel software GeoStru (Figura 14):

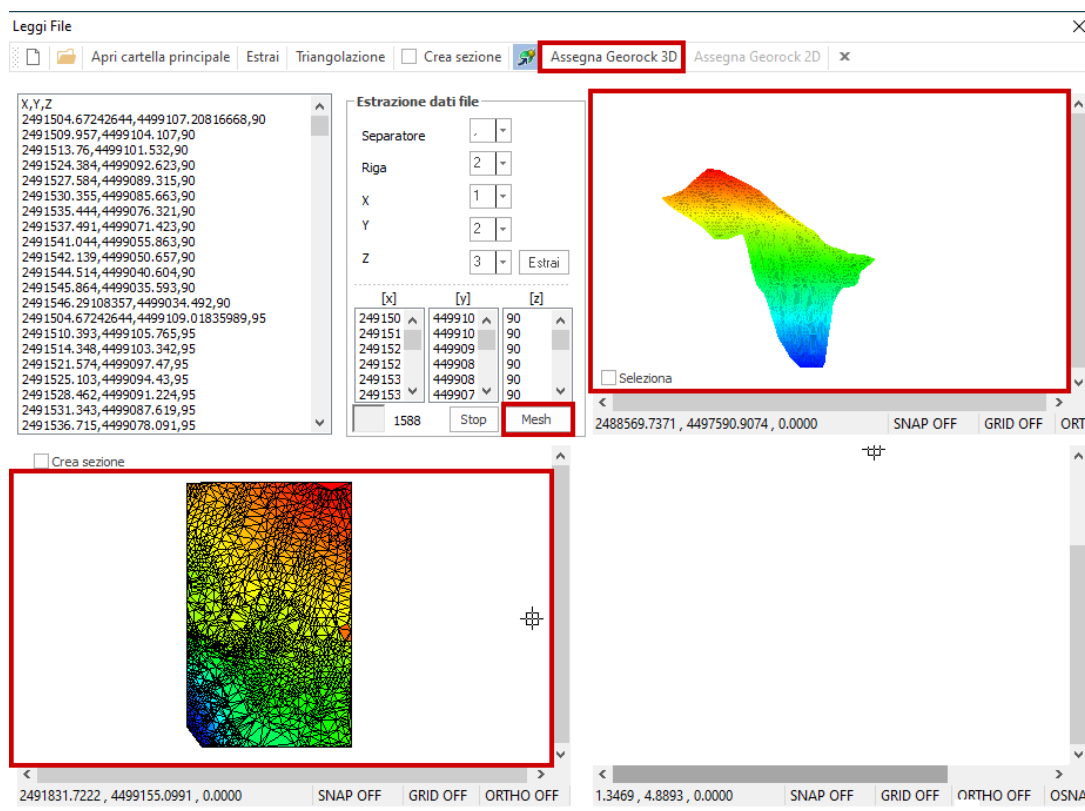


Figura 14 – Anteprima Mesh 3D

Risultato in Georock 3D

Importata la geometria in Georock 3D con i punti triangolati, in "Vista 3D" è possibile regolare alcune impostazioni visive (Figura 16):

- Gradiente: colora in base all'altitudine, in base al materiale o elementi trasparenti;
- Ruota e le varie angolature di visuale: ruota la visione tridimensionalmente o imposta la visuale tra quelle preimpostate;
- Wire, Render, Shade, Shade On, Luce On/Off, Sposta Luce: opzioni di renderizzazione del modello 3D.

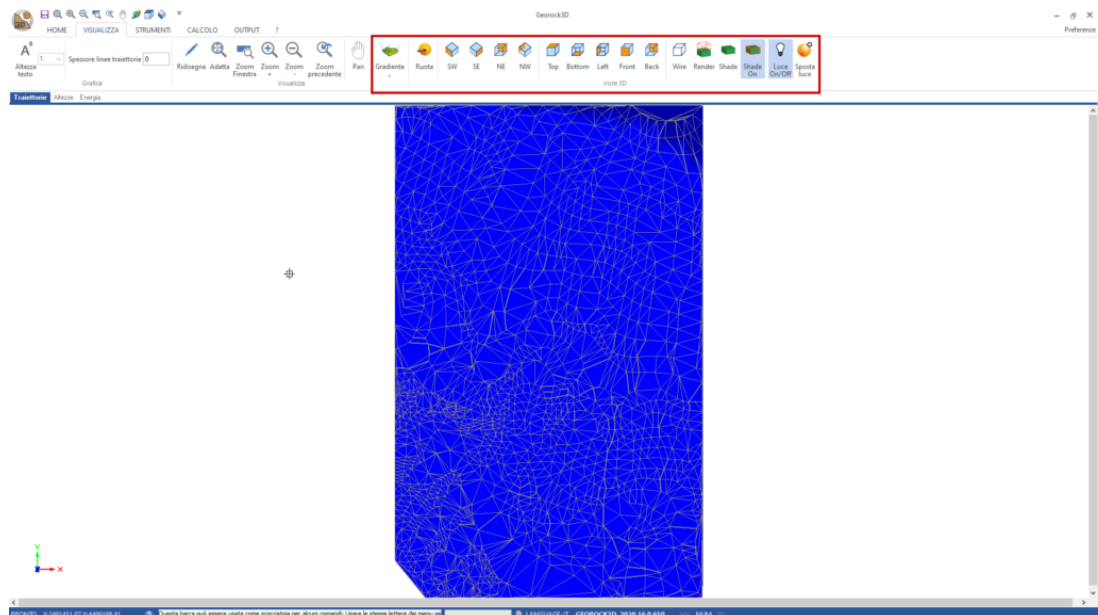


Figura 15 – Geometria importata in Georock 3D

Ottenendo così una migliore visione 3D del pendio (Figura 16):

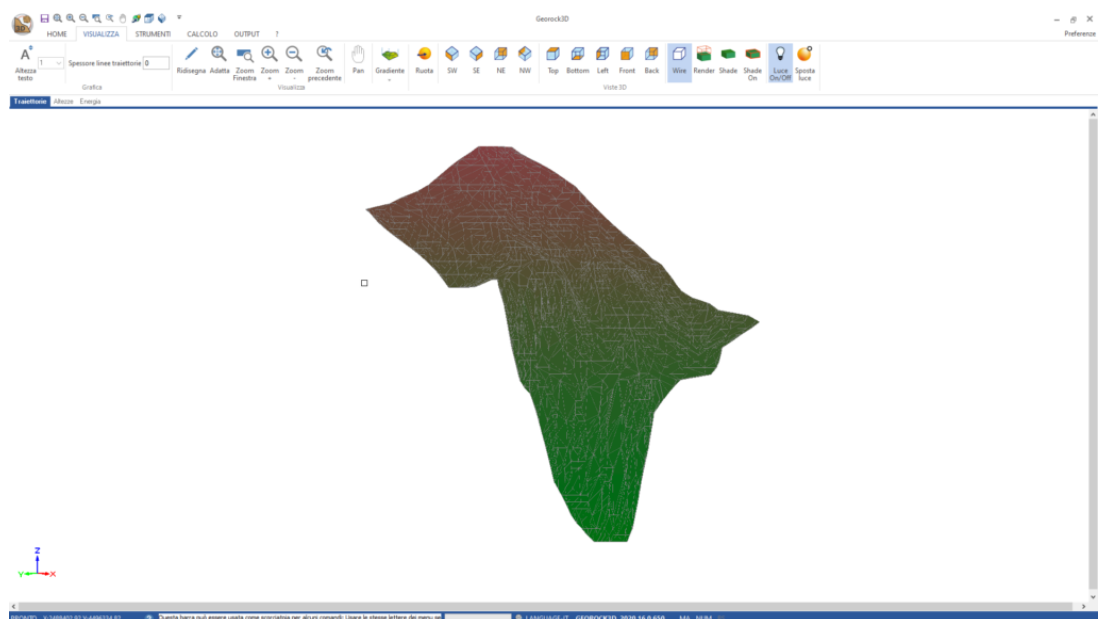


Figura 16 – Risultato finale importazione geometria in Georock 3D

1.1.6 Assegnazione dei materiali



Il software consente di personalizzare un ampio database dei materiali da applicare alle varie regioni della triangolazione.

Per ogni materiale è necessario definire i parametri di restituzione R_n ed R_t , la descrizione ed un colore che consente di identificare la zona.

È possibile assegnare un materiale ad un singolo elemento oppure ad una intera regione.

Singolo elemento

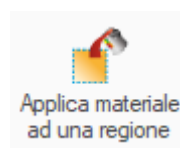


Dopo aver selezionato l'apposito strumento, compare una finestra nella quale è possibile scegliere il materiale da assegnare. Dopo fare click su un elemento della triangolazione.

Descrizione	Normal restitution coefficient	Tangential restitution coefficient	Colore
Mat 1	0.80	0.80	Blue
Mat 2	0.80	0.80	Brown
Mat 3	0.80	0.80	Purple
Mat 4	0.80	0.80	Red
Mat 5	0.80	0.80	Teal
Mat 6	0.80	0.80	Green
Mat 7	0.80	0.80	Dark Green
Mat 8	0.80	0.80	Yellow
Mat 9	0.80	0.80	Dark Teal
Mat 10	0.80	0.80	Grey
Mat 11	0.80	0.80	Olive
Mat 12	0.80	0.80	Purple
Mat 13	0.80	0.80	Brown
Mat 14	0.80	0.80	Orange
Mat 15	1.00	1.00	Light Blue
Mat 16	0.30	0.30	Magenta
Prova	1.00	1.00	Red

Ok Annulla

Regione



Per assegnare un materiale ad un insieme di elementi è sufficiente scegliere l'apposito comando e selezionare una zona del grafico attraverso un poligono, gli elementi così filtrati avranno assegnato il materiale scelto.

Valori dei coefficienti di restituzione in letteratura

Valori ricavati da prove in sito da Pfeiffer e Bowen (1990)

CARATTERISTICHE E DEL PENDIO

Kn

Kt

SUPERFICI LISCE DI MATERIALE RESISTENTE COME PAVIMENTAZIONE STRADALE O SUPERFICIE ROCCIOSA PREVALENZA DI SUBSTRATO ROCCIOSO INTATTO CON BLOCCHI ISOLATI. DETRITO COSTITUITO DA GRANDI BLOCCHI CON SCARSA VEGETAZIONE AFFIORANTE DETRITO RICOPERTO DA ABBONDANTE VEGETAZIONE E TERRENO SCARDAMENTE VEGETATO. PENDIO IN TERRA.	0.37 – 0.42	0.87 – 0.92
	0.33 – 0.37	0.83 – 0.87
	0.30 – 0.33	0.82 – 0.85
	0.28 – 0.30	0.80 – 0.83
		0.78 – 0.82

Richards, 1988

CARATTERI STICHE DEL PENDIO	Kn	Kt	RIFERIMEN TO BIBLIOGRA FICO
ROCCIA AFFIORANTE DETRITO E	0.90 – 0.80	0.75 – 0.65	
ROCCIA AFFIORANTE DETRITO	0.80 – 0.50	0.65 – 0.45	
COMPATTO E ROCCIA VEGETAZION E	0.50 – 0.40	0.45 – 0.35	
	0.40 – 0.20	0.30 – 0.20	PITEAU & CLAYTON

SUBSTRATO ROCCIOSO PAVIMENTAZ IONE	0.53	0.99	HOEK (RAPPORTO NON PUBBLICATO PER I "DEPARTMEN TS OF TRANSPORTA TION IN USA, 1987)
STRADALE ROCCIA AFFIORANTE	0.40	0.90	
DETRITO DETRITO E VEGETAZION E	0.35	0.85	
TERRENO CON POCA VEGETAZION E	0.32	0.82	
	0.32	0.80	
	0.30	0.80	

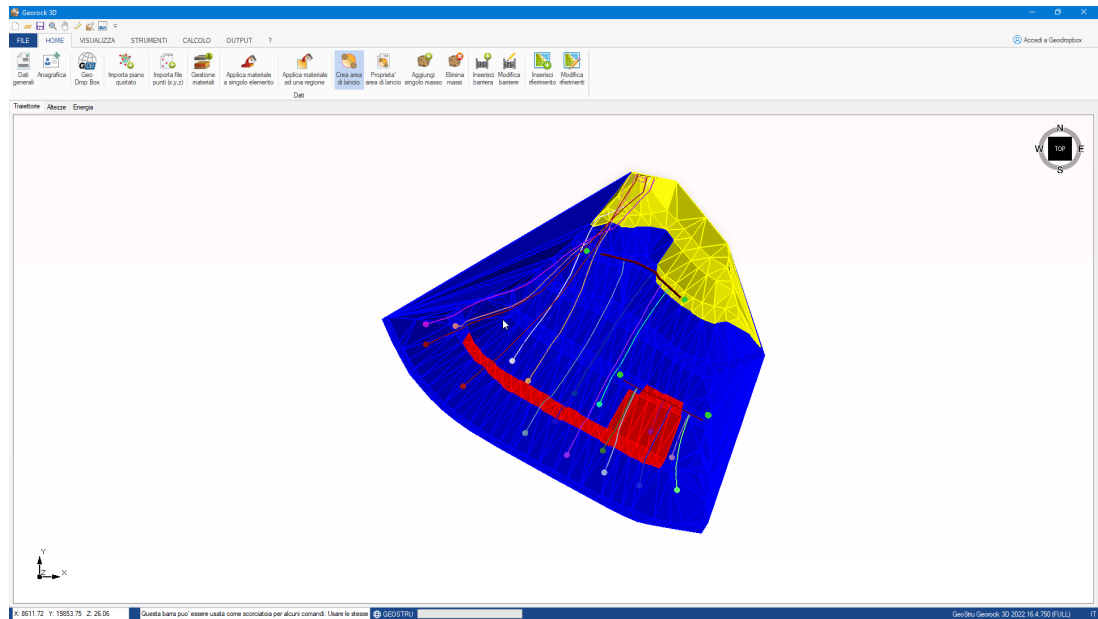
1.1.7 Selezione dell'area di lancio



Il luogo di distacco dei massi viene definito mediante la selezione, col mouse, di una zona del grafico.

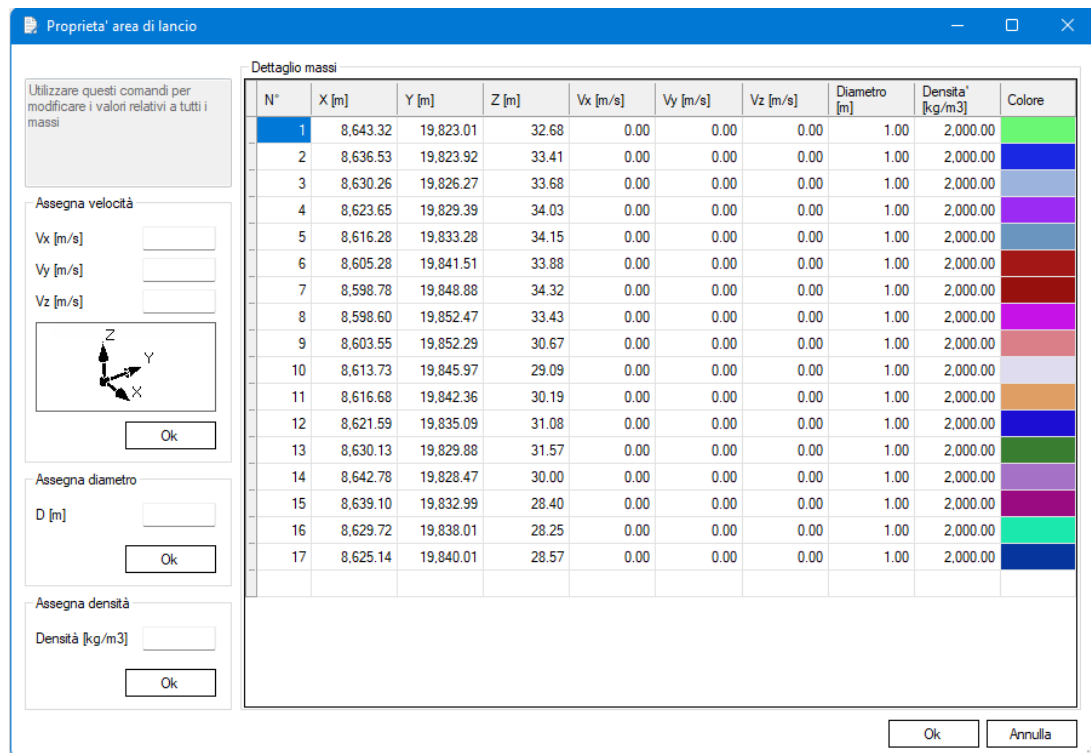
Per la zona così identificata è richiesta la definizione del numero di massi da prendere in esame lungo la direzione x e lungo la direzione y, prese nel verso positivo.

Il software provvederà a sistemare i massi in maniera automatica nella zona prescelta considerando come quota per ciascun masso quella del piano nel punto di applicazione.



1.1.8 Condizioni iniziali

Per ciascun masso del quale si vuole stimare la traiettoria è possibile personalizzare la posizione di distacco, definire le componenti di velocità iniziale lungo gli assi coordinati, assegnare la densità ed il diametro.



1.1.8.1 Calcolo della Velocità Iniziale tramite il Teorema dell'Impulso

Il teorema dell'impulso afferma che l'impulso esercitato su un oggetto è uguale alla variazione della quantità di moto dell'oggetto. In formula, possiamo scriverlo così:

$$I = \Delta p$$

Dove:

- I è l'impulso.
- Δp è la variazione della quantità di moto.

La quantità di moto p è definita come il prodotto della massa m e della velocità v :

$$p = m * v$$

Se conosciamo la forza F applicata sul masso e il tempo t durante il quale questa forza è stata applicata, l'impulso I può essere calcolato come:

$$I = F * t$$

Per trovare la velocità iniziale v_0 , possiamo esprimere la variazione della quantità di moto come:

$$\Delta p = m * v - m * v_0$$

Dove:

- v è la velocità finale.
- v_0 è la velocità iniziale.

Utilizzando il teorema dell'impulso:

$$F * t = m * v - m * v_0$$

Da cui possiamo isolare la velocità iniziale v_0 :

$$v_0 = v - (F * t) / m$$

Esempio di calcolo:

Supponiamo di avere un masso con le seguenti caratteristiche:

- Massa $m = 10$ kg
- Una forza costante $F = 50$ N viene applicata per $t = 4$ s
- La velocità finale $v = 30$ m/s

Calcoliamo la velocità iniziale v_0 :

1. Calcoliamo l'impulso:

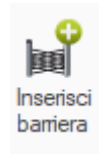
$$I = F * t = 50 \text{ N} * 4 \text{ s} = 200 \text{ Ns}$$

2. Utilizziamo la formula per trovare v_0 :

$$\begin{aligned}v_0 &= v - (I / m) \\v_0 &= 30 \text{ m/s} - (200 \text{ Ns} / 10 \text{ kg}) \\v_0 &= 30 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s} \\v_0 &= 10 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Quindi, la velocità iniziale del masso era di 10 m/s.

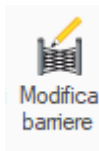
1.1.9 Assegnazione delle barriere



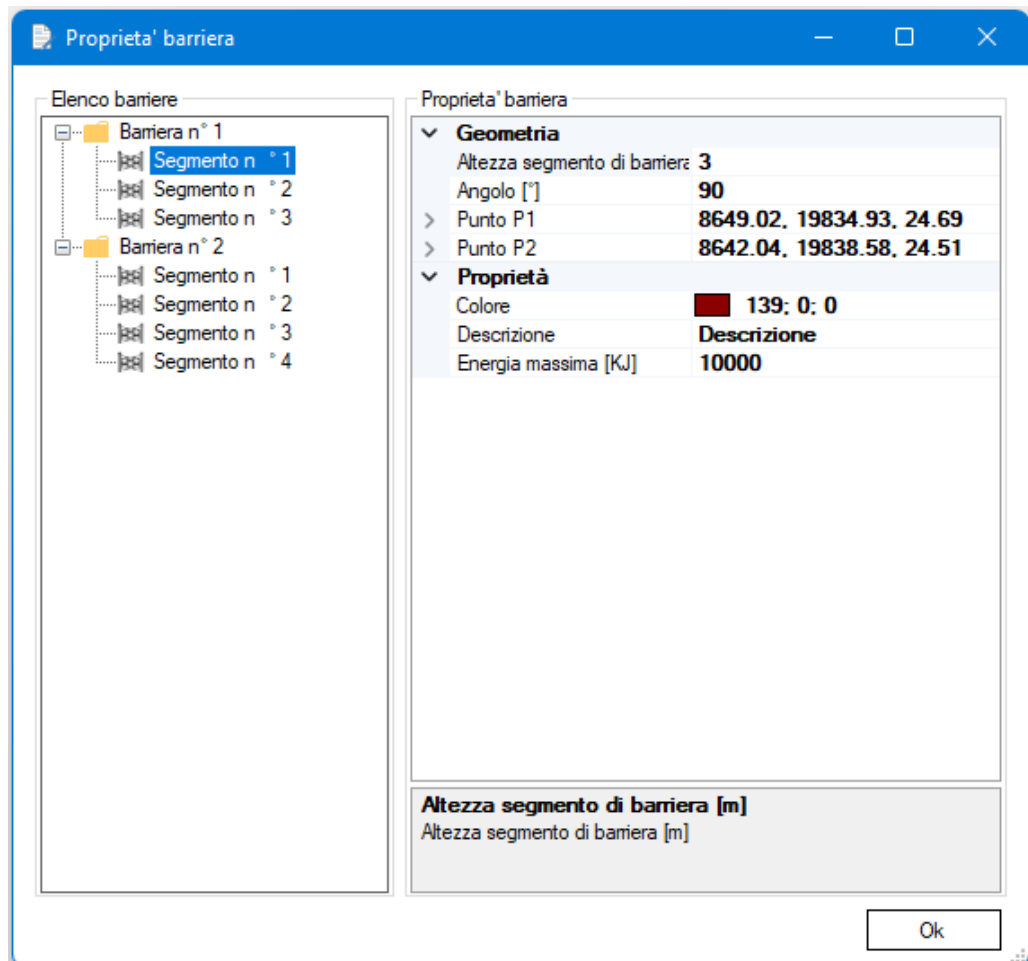
Le barriere vengono inserite mediante sistemazione spaziale facendo uso del mouse (click tasto sinistro per iniziare e click tasto destro per concludere).

Ogni barriera è formata da uno o più segmenti, ciascun segmento ha un proprio colore, una descrizione, un'altezza, un'inclinazione ed una energia massima di assorbimento.

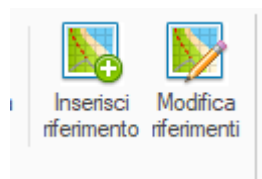
La posizione delle barriere è modificabile agendo col mouse direttamente sul grafico.



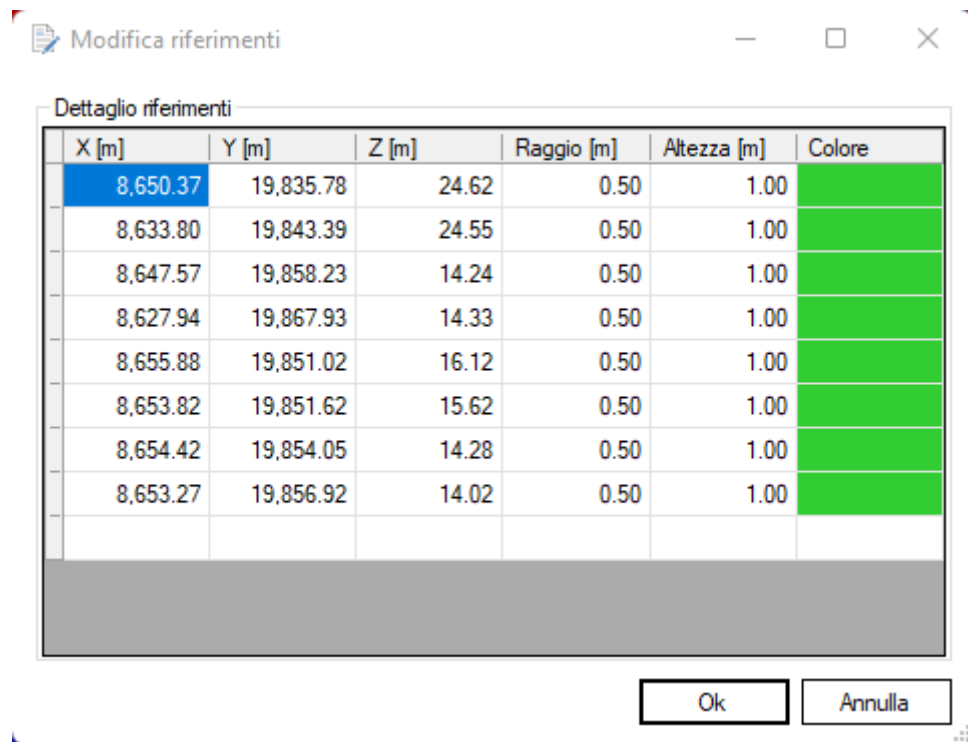
Dopo aver definito la barriera, l'ultimo segmento va confermato con un click sul pulsante destro del mouse.



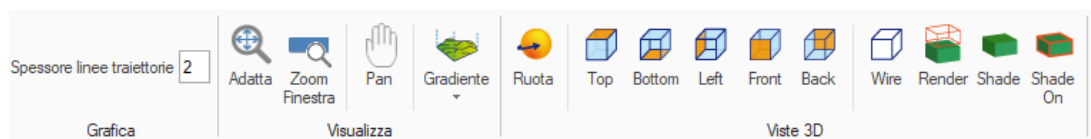
1.1.10 Riferimenti



È possibile inserire elementi di forma cilindrica come riferimenti all'area. Una volta inseriti attraverso lo strumento "Modifica riferimenti" è possibile modificare le coordinate, il raggio, l'altezza e il colore.



1.2 Visualizza



Dal menù Visualizza è possibile utilizzare tutti quei strumenti per la visualizzazione grafica del modello 3D

1.2.1 Immagine raster

L'inserimento nel progetto di un'immagine raster è possibile solo dopo aver importato il piano quotato.

La procedura di importazione inizia con la scelta del file immagine jpg che contiene la rappresentazione da includere nel progetto. La calibrazione dell'immagine da utilizzare avviene mediante una procedura guidata che ha inizio alla pressione del pulsante "**Avvia calibrazione**" nella quale viene richiesto all'utente di selezionare con il mouse, sulla mappa, due punti di cui si conoscono le coordinate, espresse nello stesso sistema di riferimento utilizzato per il piano quotato.

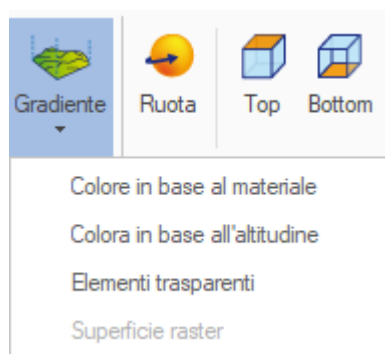
ATTENZIONE:

le coordinate devono essere espresse nello stesso sistema di riferimento utilizzato per il piano quotato.

Per ottenere una corretta calibrazione della mappa è necessario selezionare due punti non vicini tra loro e disposti in diagonale. Attraverso il menù "Strumenti" della finestra principale dell'applicazione viene data la possibilità all'utente di eliminare l'immagine importata, di eseguire una nuova importazione o di visualizzare le proprietà.

Nella cartella **Raster Import** abbiamo incluso un esempio di importazione. Il modello digitale è stato realizzato tramite GeoStru Maps

1.2.2 Gradiente



L'opzione Gradiente permette di visualizzare la mesh in base a 4 diverse opzioni:

- Colore in base al materiale (litologia definita dall'utente);
- Colore in base all'altitudine;
- Elementi trasparenti (mesh trasparente);
- Superficie raster (se caricata un'immagine raster)

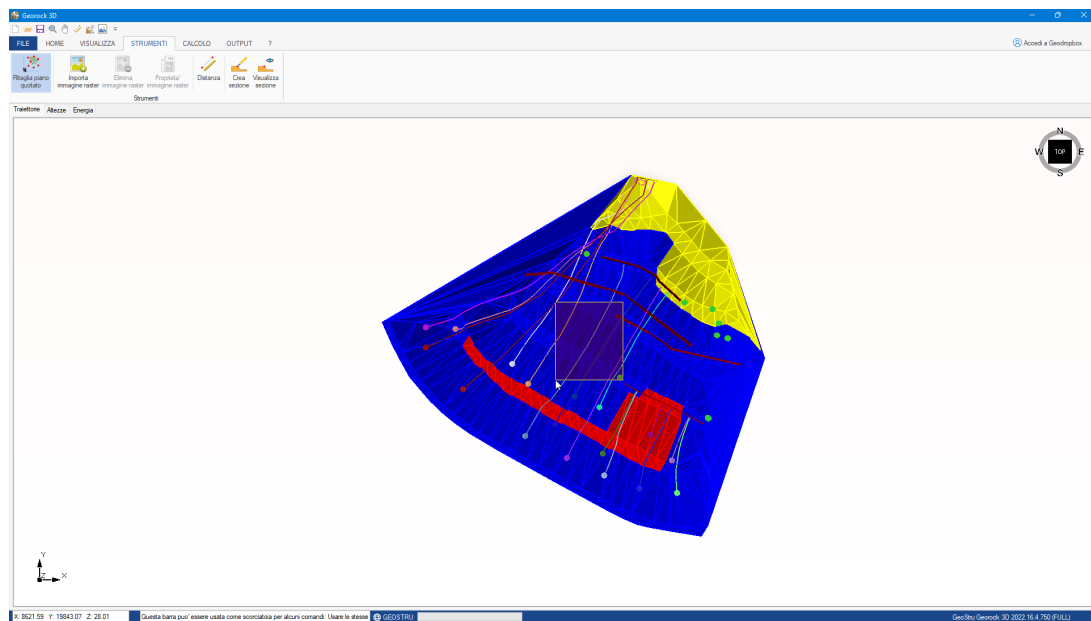
1.3 Strumenti

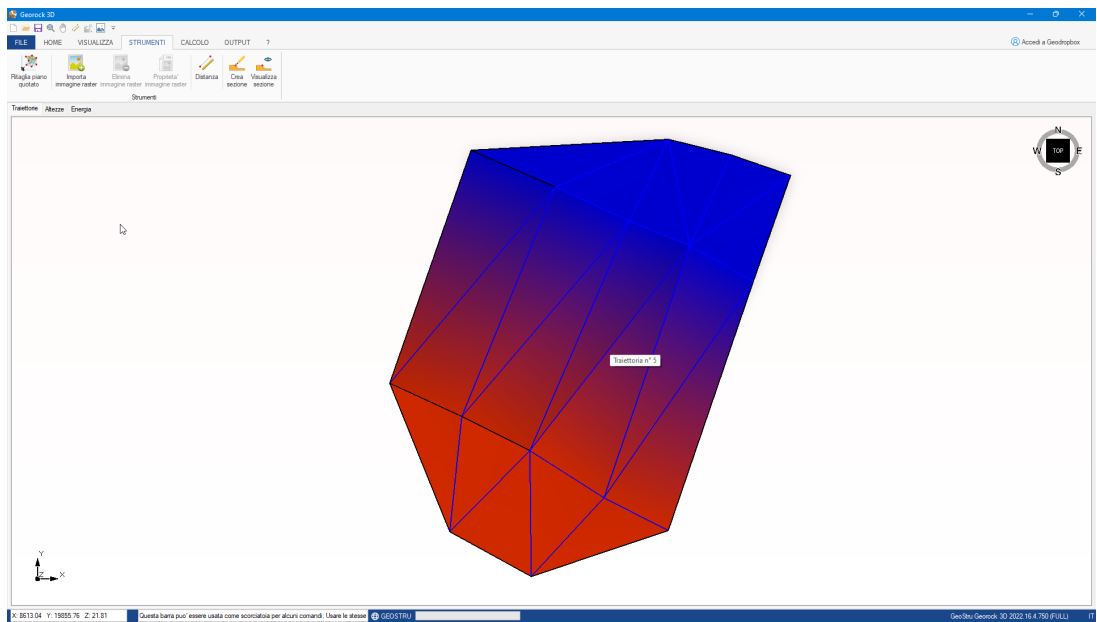
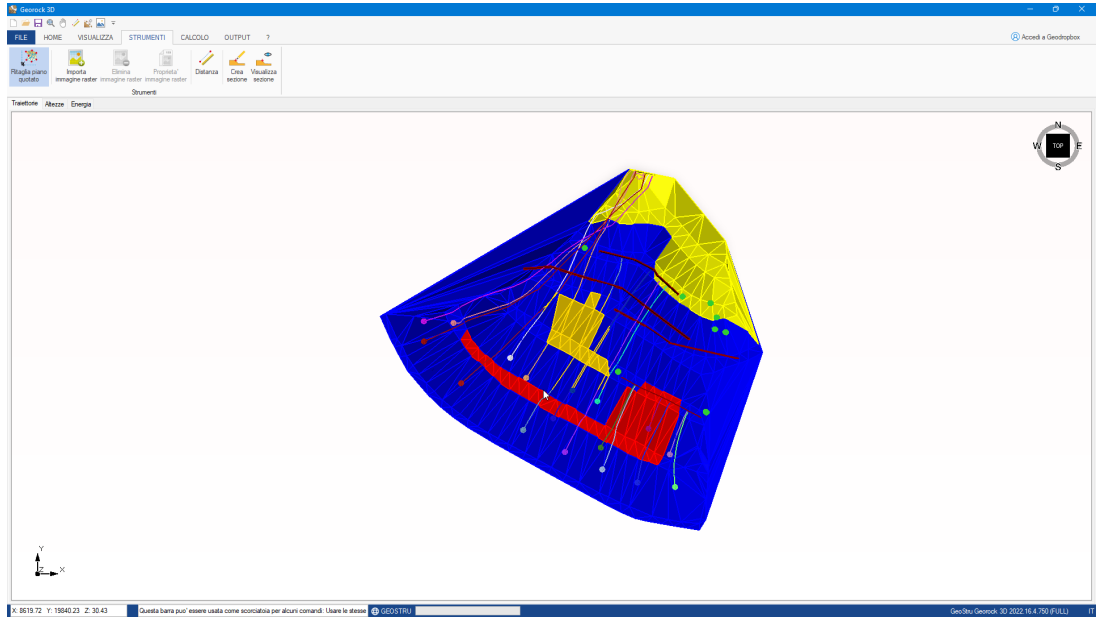


1.3.1 Ritaglia piano quotato

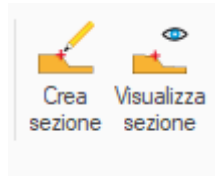


Con questa opzione, selezionando un'area nella mesh verranno eliminati tutti gli elementi al di fuori di essa:



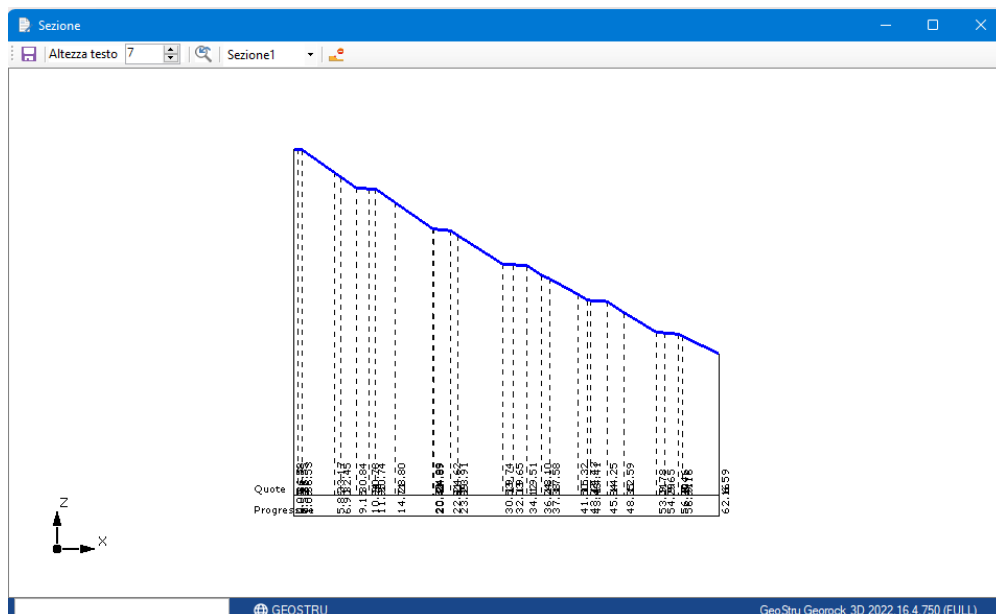


1.3.2 Sezione



Per generare una sezione dell'area di lavoro è sufficiente selezionare l'apposito strumento e definire col mouse una linea di sezione. Al termine della selezione una finestra apposita visualizza la sezione generata permettendone l'esportazione in formato edp.

Le sezioni possono essere salvate in formato edp. Il formato edp è un formato di esportazione dei files di Geostru software, i file salvati in questo formato possono essere letti da: Georock 2D, Slope ecc.



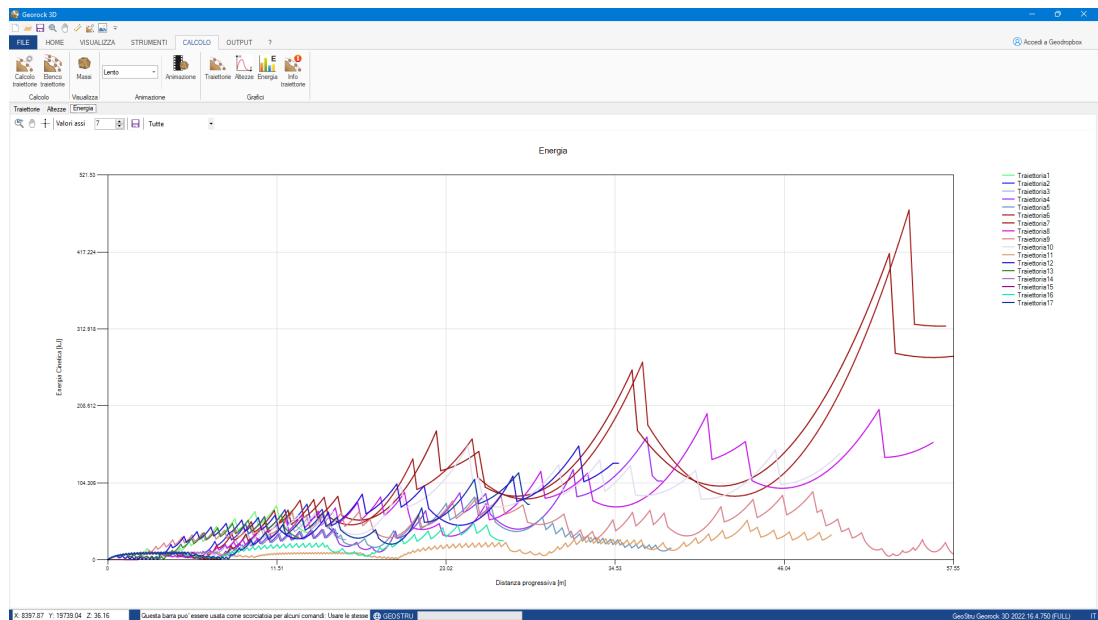
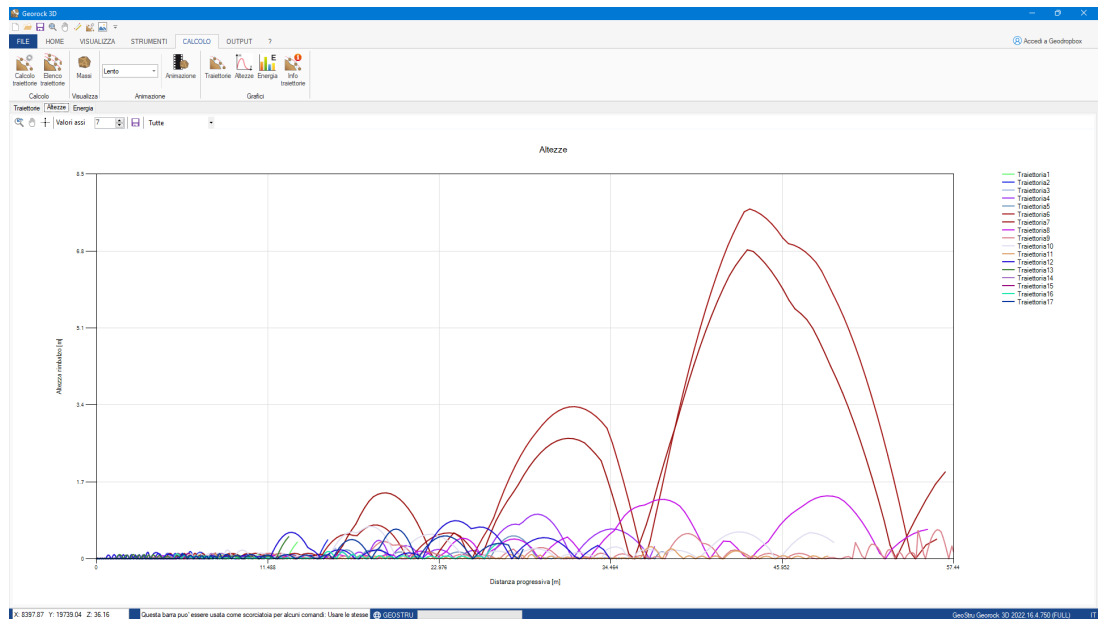
1.4 Calcolo e Grafici 3D

Dopo aver terminato la fase di input il software è in grado di determinare il moto dei massi in funzione degli impatti sul terreno e sulle eventuali barriere precedentemente definite. Dopo che il software avrà calcolato una singola traiettoria questa sarà subito visualizzata nel grafico.

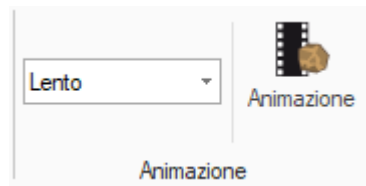
Per ciascuna delle traiettorie calcolate sono disponibili le informazioni sulla posizione iniziale del masso e sui valori massimi e minimi di velocità e posizione assoluta. La sezione dedicata alle traiettorie consente, inoltre, la possibilità di selezionare la visualizzazione delle

sole traiettorie di interesse. Scorrendo col mouse su una traiettoria desiderata vengono visualizzati, per quel determinato punto, la quota del masso, la velocità (espressa in modulo) e l'energia posseduta.

E' possibile ottenere una rappresentazione bidimensionale delle altezze raggiunte e dell'energia del masso per ciascuna traiettoria.



1.4.1 Animazione



Oltre alla vista statica tridimensionale della traiettoria stimata per ciascun masso è disponibile una visualizzazione animata.

L'animazione può essere interrotta, velocizzata o rallentata a piacimento.

2 Geoapp

Geoapp: la più grande suite del web per calcoli online

Gli applicativi presenti in Geostru Geoapp sono stati realizzati a supporto del professionista per la soluzione di molteplici casi professionali.

Geoapp comprende oltre 70 applicazioni per: Ingegneria, Geologia, Geofisica, Idrologia e Idraulica.

La maggior parte delle applicazioni sono **gratuite**, altre necessitano di una **sottoscrizione** (*subscription*) mensile o annuale.

Perchè si consiglia la subscription?

Perchè una subscription consente di:

- usare applicazioni professionali ovunque e su qualunque dispositivo;
- salvare i file in cloud e sul proprio PC;
- riaprire i file per elaborazioni successive;
- servizi di stampa delle relazioni ed elaborati grafici;
- notifica sull'uscita di nuove applicazioni ed inclusione automatica nel proprio abbonamento;
- disponibilità di versioni sempre aggiornate;
- servizio di assistenza tramite Ticket.

2.1 Sezione Geoapp

Generale ed Ingegneria, Geotecnica e Geologia

Tra le applicazioni presenti, una vasta gamma può essere utilizzata per GeoRock. A tale scopo si consigliano i seguenti applicativi:

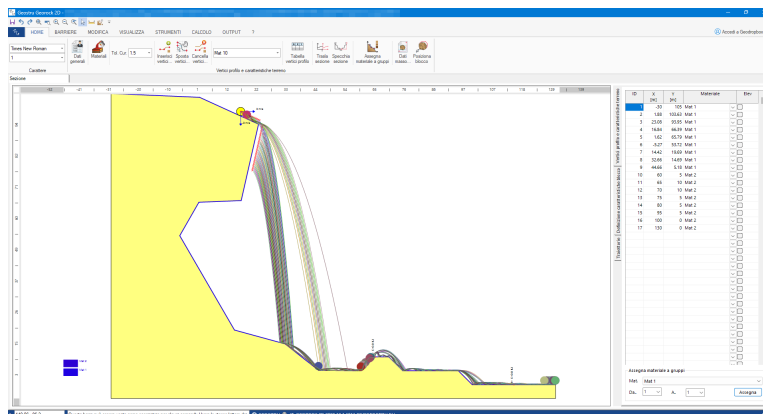
- Sistemi reti ancorate
- Chiodature barre passive
- Barriere paramassi rigide ed elastiche
- Tiranti
- Analisi stabilità di superfici piane
- Scivolamenti lungo un piano
- Cunei3D
- GeoStru Maps

3 Software Geomeccanica rocce

La suite completa Geomeccanica rocce è visionabile qui: [Software meccanica delle rocce \(geostru.eu\)](http://Software meccanica delle rocce (geostru.eu))

- Rilievo geomeccanico;
- Classificazione rocce;
- Analisi di stabilità;
- Caduta massi 2D e 3D;
- Consolidamento rocce.

4 Caduta massi 2D - Georock 2D



Software per la simulazione della caduta massi bidimensionale con i modelli: Lumped Mass e C.R.S.P. (Colorado Rockfall Simulation Program) e progettazione delle opere di difesa di tipo Passivo.

INPUT DEI DATI

- Input grafico
- Input numerico in forma tabellare
- Lettura dati da EXCEL
- Lettura di file DXF
- Importazione e calibrazione di immagini raster

Il software consente di generare in automatico le sezioni topografiche da analizzare sfruttando la tecnologia di google maps con Geostru SRTM
Per il modello Lumped Mass le ipotesi di calcolo sono: schema piano, profilo del pendio assimilabile ad una spezzata costituita da segmenti rettilinei, blocco puntiforme e resistenza dell'aria trascurabile.

Il Modello CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program) è stato messo a punto da Pfeiffer e Bowen (1989) con lo scopo di modellare il moto di caduta di blocchi aventi la forma di sfere, cilindri o dischi, con sezione circolare, nel piano verticale del movimento. L'affidabilità del modello è stata verificata attraverso confronti tra i risultati numerici e quelli ottenuti da prove in sito.

Il software è interfacciato con i programmi: TRISPACE per la generazione automatica di sezioni a partire da un piano quotato o da immagini raster; con GeoStru MAPS per la generazione automatica delle sezioni topografiche con google maps;

E' possibile dividere le traiettorie di caduta suddividendole nelle seguenti zone:

- di transito e di arresto del 70% dei blocchi
- di arresto del 95% dei blocchi
- di arresto del 100% dei blocchi

Grafico frequenza non superamento: 5,50,95,98,100%

A queste zone vengono poi assegnate le classi di pericolosità relativa.

MODELLI DI CALCOLO

- Metodo C.R.S.P. (Colorado Rockfall Simulation Program)
- Metodo LUMPED MASS

OPERE DI INTERVENTO

- Barriere di forma generica
- Progettazione e calcolo delle barriere: rigide, elastiche, rilevato e trincea

NORMATIVE

UNI 11211/2012 (NTC 2008) e UNI 11211/2018 (NTC 2018) con la possibilità di definire i coefficienti parziali di sicurezza sia per il Livello Energetico Massimo (MEL) e servizio (SEL).

Maggiori informazioni: Caduta massi 2D - GEOROCK 2D - GeoStru EU

5 Cenni teorici

Il modello utilizzato per la stima delle traiettorie di caduta dei massi considera i blocchi come puntiformi che impattano su un piano quotato (Metodo Lumped Mass). Questo è formato da un reticolo di nodi tridimensionali costituenti una mesh triangolare che rappresenti l'intera zona tra il distacco e l'arresto dei blocchi.

Gli elementi del reticolo devono essere definiti in modo da poter considerare costante, all'interno del perimetro, l'inclinazione e la direzione del pendio insieme ai parametri fisici del modello che sono i coefficienti di restituzione normale e tangenziale, definiti come rapporto di energia post e pre-impatto.

Alla luce di quanto esposto è necessario dimensionare opportunamente i triangoli perché possano essere considerati "grandi" rispetto al volume dei blocchi e "piccoli" rispetto all'area in esame.

La definizione dell'area di distacco dei blocchi prevede una analisi preventiva della nicchia di distacco in modo che per ciascun blocco possa essere definita una velocità di lancio in funzione del percorso iniziale effettuato lungo la parete.

Il modello esegue anche l'analisi per il posizionamento e il dimensionamento di opere di protezione. Il calcolo inizialmente controlla che il blocco stia impattando e non scavalcando la barriera quindi verifica che l'energia cinetica di impatto del masso sia completamente assorbibile dall'opera.

L'utilizzo di tale modello per la stima delle traiettorie di caduta dei massi è preferibilmente usato per la progettazione di rilevati

come opere di intervento. Questo perché il rilevato, grazie alla elevata estensione, può essere in grado di intercettare un elevato numero di blocchi prima di dover richiedere interventi di manutenzione o la ricostruzione mentre garantisce una energia di assorbimento notevole, tipicamente generata da lunghi percorsi di caduta.

Per la progettazione di opere più puntuali, come ad esempio delle reti paramassi, gli studi sul percorso di caduta dei blocchi risultano più accurati nei modelli bidimensionali che sono più sofisticati nella descrizione del fenomeno fisico.

La traiettoria del blocco può essere determinata utilizzando le equazioni del moto di un grave. Con riferimento ad un sistema di assi cartesiani ortogonali tali equazioni sono:

$$s = v \cdot t + s_0$$

$$z = - 1/2 \times g \times t^2 + v_z \times t + z_0$$

dove:

v = velocità del blocco;
t = tempo;
g = accelerazione di gravità;
s = spazio percorso;

In tal modo la traiettoria del moto risulta composta da una serie di parabole tracciate fra il punto in cui avviene il distacco ed il punto in cui il blocco urta sul pendio per la prima volta, nella fase iniziale del moto, e fra due successivi punti di impatto sul pendio, o al piede, in seguito, fino al punto finale di arresto.

In particolare, indicando con v_n e v_t le componenti (normali e tangenziali) della velocità prima dell'urto, dopo l'urto v'_n , v'_t possono calcolarsi mediante le relazioni:

$$v'_n = v_n \times \lambda_n$$

$$v'_t = v_t \times \lambda_t$$

in cui:

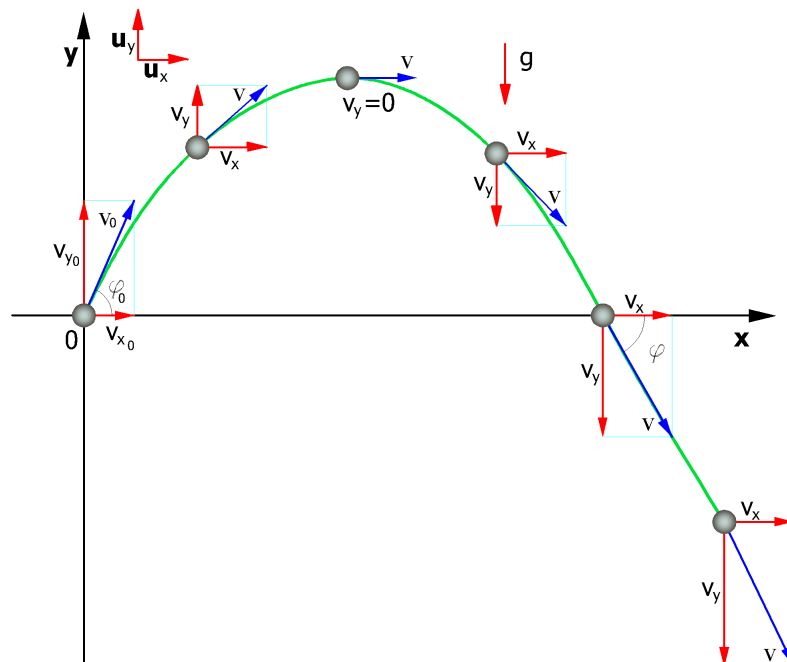
λ_n ed λ_t sono detti coefficienti di restituzione variabili nell'intervallo 0-1.

5.1 Metodo Lumped Mass

Le ipotesi del modello Lumped Mass sono:

1. schema piano, profilo del pendio assimilabile ad una spezzata costituita da segmenti rettilinei;
2. blocco puntiforme e resistenza dell' aria trascurabile.

In tal caso la traiettoria del blocco può essere determinata utilizzando le equazioni del moto di un grave



Il moto è caratterizzato da un'accelerazione costante $a=g=-g\mathbf{u}_y$ e le condizioni iniziali sono $\mathbf{v}=\mathbf{v}_0$ al tempo $t=0$, istante di lancio.

Dalla definizione di accelerazione nel moto piano si ricava la seguente relazione:

poichè

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \cos \theta \cdot \vec{u}_x + \vec{v}_0 \sin \theta \cdot \vec{u}_y - gt \cdot \vec{u}_y$$

le velocità dei moti proiettati sugli assi sono:

$$v_x(t) = v_0 \cos \theta = \text{cost}$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \theta - gt$$

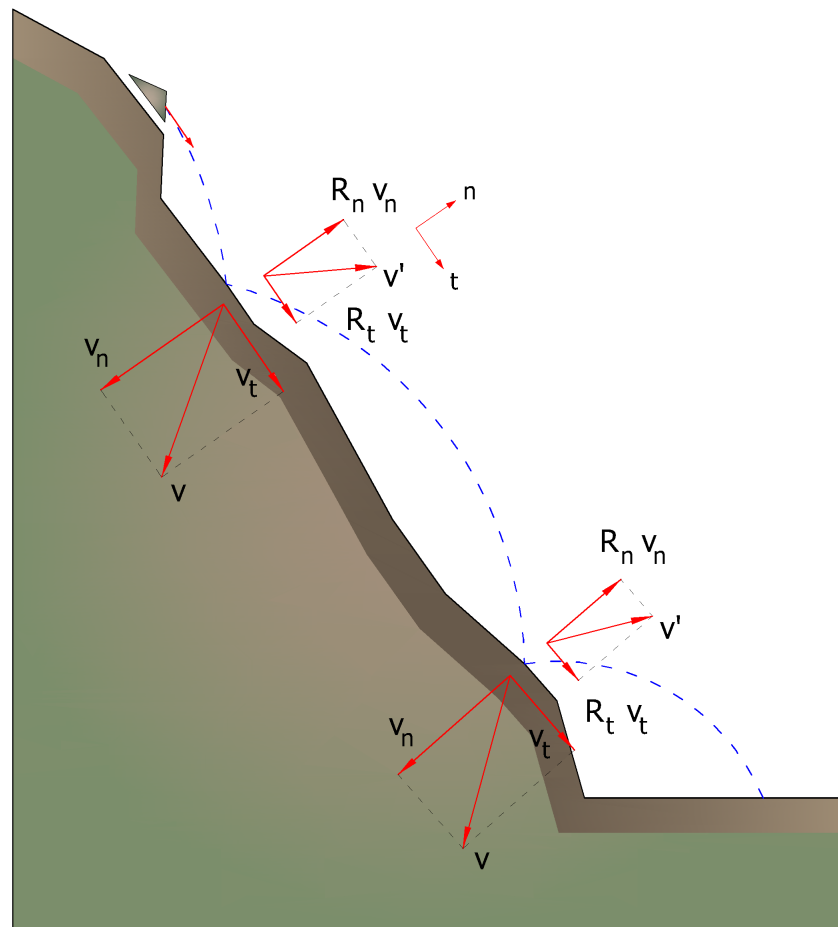
Facendo riferimento allo stesso sistema di assi cartesiani ortogonali le leggi orarie dei moti proiettati sono:

$$\begin{aligned} x &= v_x \cdot t + x_0 \\ y &= -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_y \cdot t + y_0 \end{aligned} \quad (1)$$

dove:

- v_x** componente orizzontale della velocità del blocco;
- v_y** componente verticale della velocità del blocco;
- t** tempo;
- g** accelerazione di gravità;
- x_0** ascissa del punto in cui blocco si distacca dal pendio o urta nel moto di caduta;
- y_0** ordinata del punto in cui blocco si distacca dal pendio o urta nel moto di caduta.

Lungo l'asse x il moto è uniforme, lungo l'asse y uniformemente accelerato.



In tal modo la traiettoria del moto del blocco risulta composta da una serie di parabole tracciate fra il punto in cui avviene il distacco ed il punto in cui il blocco urta sul pendio per la prima volta, nella fase iniziale del moto, e fra due successivi punti di impatto sul pendio, o al piede, in seguito, fino al punto finale di arresto.

Le coordinate dei punti d' impatto e le componenti della velocità si determinano risolvendo il sistema fra le equazione (1) e l' equazione delle rette che rappresentano il profilo del pendio.

In pratica si procede dal punto in cui avviene il distacco del blocco e si risolve tale sistema di equazioni considerando di volta in volta le diverse equazioni delle rette che contengono i successivi segmenti della spezzata fino a trovare le coordinate di un punto, punto di impatto, che appartiene alla parabola che rappresenta la traiettoria e ricade all' interno di uno dei segmenti della spezzata ed è pertanto anche un punto del pendio.

Tale punto rappresenta il primo punto di impatto del blocco sul pendio. Il procedimento viene ripetuto a partire da tale punto per determinare il successivo arco della traiettoria ed un nuovo punto d' impatto.

La perdita di energia cinetica per effetto degli attriti e degli urti può essere modellata riducendo la velocità del blocco in caduta ogni qualvolta questo urta sul pendio.

In particolare, indicando con v_n e v_t le componenti (normali e tangenziali) della velocità prima dell'urto, dopo l'urto v'_n , v'_t possono calcolarsi mediante le relazioni:

$$v'_n = v_n \cdot R_n$$

$$v'_t = v_t \cdot R_t$$

R_n ed R_t sono detti coefficienti di restituzione variabili nell'intervallo 0-1.

6 Contatti

GeoStru Software

Web: <https://www.geostru.eu/>