I

# **Georock 3D**

Part I	Georock 3D	1
1	Importación de un plano acotado	2
2	Asignación de materiales	3
3	Condiciones iniciales	4
	Cálculo de la Velocidad Inicial mediante el Teorema del Impulso	4
4	Seleccion area de lanzamiento	6
5	Asignar barreras	6
6		7
1	Seccion	/
Part II	Plano acotado	8
Part III	Cálculo y gráficos 3D	9
Part IV	Geoapp	12
1	Secciòn Geoapp	12
Part V	Software Rocas geomecánicas	13
Part VI	GeoRock 2D – Caída de rocas 2D	13
Part VII	Notas teóricas	14
Part VIII	Raster Import	16
Part IX	Contactos	16
	Index	0

### 1 Georock 3D

Con GeoRock 3D se efectúa el análisis espacial de la caída de rocas y se proyectan, de manera óptima, las obras de protección.

El software cuenta con un sofisticado algoritmo para el análisis espacial.

#### Geometría vertiente

Para modelizar la vertiente se utiliza un plano acotado, el cual se puede importar desde varios formatos o software externos.

La triangulación es un dato muy importante del análisis Tridimensional: se aconseja utilizar técnicas de triangulación tipo Delaunay Incremental o bien, una triangulación anisótropa.

Para esto se recomienda el software Trispace, desarrollado con especificaciones topográficas orientadas al estudio de vertientes.

El modelo tridimensional puede además ser importado directamente desde las cartografías mediante (G.A.A.) Geostru Autocad Application

#### Propiedades de los materiales

La vertiente se discretiza en zonas homogéneas que tienen las mismas características mecánicas definidas con los coeficientes de restitución normal y tangencial.

#### Geometría y propiedad de la roca

Desde el punto de vista geométrico, la roca se representa a forma de esfera, con movimiento de rotación en torno al baricentro y desde el punto de vista mecánico por su dureza y masa.

#### Zona de lanzamiento

El input de la zona de los posibles desprendimientos se puede efectuar directamente en el 3D, definiendo las velocidades de partida para cada posible desprendimiento .

#### Cálculo

El cálculo proporciona la siguiente información: visualización gráfica de las trayectorias tridimensionales, velocidad y energía.

#### Obras de protección

Las obras de protección se pueden insertar directamente en el 3D, y su posición se puede optimizar con la visualización gráfica de las trayectorias 3D.

#### Barreras contra la caída de rocas

Es posible crear un archivo de barreras e insertarlas directamente en el tridimensional (Sección Geoapp).

#### Dimensionamiento obras

El dimensionamiento de las obras de protección se puede realizar con B.D. (BARRIER DESIGN), un software para diseñar y comprobar barreras rígidas y elásticas, desarrollado por GeoStru Software.

#### Enlaces

GeoRock 3D también funciona en interfaz con los software Trispace y Georock 2D.



### 1.1 Importación de un plano acotado

La operación preliminar al desarrollo de un proyecto es la importación de la información sobre la triangulación del área de trabajo. Georock 3D es completamente compatible con las triangulaciones generadas por Trispace y las mismas se pueden importar con el comando presente en el menú datos.

### 1.2 Asignación de materiales

El software permite personalizar un amplio database de los materiales a asignar a las distintas regiones de la triangulación. Para cada material es necesario definir los parámetros de restitución Rn y

Rt, la descripción y un color que permita identificar la zona.

El material puede ser asignado a un solo elemento o a toda una región.

#### Un solo un elemento

Seleccionando este comando en el menú Datos, aparecerá una ventana en la cual será posible seleccionar el material que se desea asignar. Después hacer click sobre un elemento de la triangulación.

Descripción	Rn	Rt	Color	ID
Mat 1	0,8	0,8		1
Mat 2	0,8	0,8		2
Mat 3	0,8	0,8		3
Mat 4	0,8	0,8		- 4
Mat 5	0,8	0,8		5
Mat 6	0,8	0,8		6
Mat 7	0,8	0,8		7
Mat 8	0,8	0,8		8
Mat 9	0,8	0,8		9
Mat 10	0,8	0,8		10
Mat 11	0,8	0,8		11
Mat 12	0,8	0,8		12
] Mat 13	0,8	0,8		13
] Mat 14	0,8	0,8		14
Mat 15	0,8	0,8		15
1				

#### Regiòn

Para asignar un material a un conjunto de elementos utilizar el comando Aplicar material a una región y luego, con el mouse, seleccionar una zona del gráfico. De esta manera le será asignado el mismo material a todos los elementos que componen dicha zona .

# 1.3 Condiciones iniciales

Con el comando **Propiedades área de lanzamiento** del menú Datos es posible personalizar la posición del desprendimiento, definir los componentes de velocidad inicial a lo largo de los ejes de las coordenadas y asignar la densidad y el diámetro. Esto para cada trayectoria que se desea estimar.

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	2000,00 2000,00 2000,00	1,00 1,00	0,00	1.00			(m)	(m)	
00 00 00 00	2000,00 2000,00	1,00	0.00	1,00	0,00	36,67	19838,40	8602,86	1
00	2000,00		0,00	1,00	0,00	34,40	19843,08	8602,86	2
00		1,00	0,00	1,00	0,00	35,61	19833,72	8611,70	3
20	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	32,77	19838,40	8611,70	4
	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	30,86	19843,08	8611,70	5
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	35,45	19829,04	8620,54	6
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	32,45	19833,72	8620,54	7
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	30,72	19838,40	8620,54	8
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	28,43	19843,08	8620,54	9
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	32,48	19829,04	8629,38	10
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	30,68	19833,72	8629,38	11
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	28,37	19838,40	8629,38	12
00	2000,00	1,00	0,00	1,00	0,00	25,36	19843,08	8629,38	13
	2000, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000,	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	30,72 28,43 32,48 30,68 28,37 25,36	19838,40 19843,08 19829,04 19833,72 19838,40 19843,08	8620,54 8620,54 8629,38 8629,38 8629,38 8629,38	8 9 10 11 12 13

### 1.3.1 Cálculo de la Velocidad Inicial mediante el Teorema del Impulso

El teorema del impulso establece que el impulso ejercido sobre un objeto es igual al cambio en la cantidad de movimiento del objeto. En fórmulas, podemos escribirlo de la siguiente manera:

$$I = \Delta p$$

Donde:

- I es el impulso.
- $\Delta p$  es el cambio en la cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento p se define como el producto de la masa m y la velocidad v:

$$p = m * v$$

Si conocemos la fuerza F aplicada sobre el objeto y el tiempo ttt durante el cual esta fuerza ha sido aplicada, el impulso I puede calcularse como:

$$I = F * t$$

Para encontrar la velocidad inicial v0, podemos expresar el cambio en la cantidad de movimiento como:

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

Donde:

- v es la velocidad final.
- v<sub>0</sub> es la velocidad inicial.

Utilizando el teorema del impulso:

De donde podemos aislar la velocidad inicial v0:

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

#### Ejemplo de cálculo:

Supongamos que tenemos un objeto con las siguientes características:

- Masa m = 10 kg
- Una fuerza constante F = 50 N aplicada durante t = 4 s
- Velocidad final v = 30 m/s

Calculemos la velocidad inicial v<sub>o</sub>:

1. Calculemos el impulso:

I = F \* t = 50 N \* 4 s = 200 Ns

2. Usando la fórmula para encontrar v<sub>o</sub>:

$$v_0 = v - (I / m)$$
  
 $v_0 = 30 m/s - (200 Ns / 10 kg)$   
 $v_0 = 30 m/s - 20 m/s$   
 $v_0 = 10 m/s$ 

Por lo tanto, la velocidad inicial del objeto era de 10 m/s.

#### 1.4 Selección área de lanzamiento

El lugar de desprendimiento de las rocas se define seleccionando con el mouse una zona del gráfico.

Una vez identificada la zona se solicita indicar el número de rocas que se desea examinar en dirección x e y, tomadas en sentido positivo.

El software ubica las rocas en forma automática en la zona establecida considerando como cota de cada roca, la del plano en el punto de aplicación.

### 1.5 Asignar barreras

Las barreras se insertan con el mouse una vez seleccionado el comando Insertar barreras.

Cada barrera está formada por uno o más segmentos, cada segmento tiene un color, una descripción, una altura, una inclinación y una energía máxima de retención.

El último segmento de la barrera se debe confirmar con un click en el lado derecho del mouse.

Una vez definida la barrera, se puede modificar la ubicación usando el mouse directamente sobre el gráfico.

	Propiedades barrera		
Barrera nº 1		Propiedades	
	Segmento nº 1		
	Color E		
	Descripción		
	Energía máxima (KJ)	0,000	
	Angulo (°)	90,000	
	Altura (m)	2,000	
	- X (m)	8630,854	
	- Y (m)	19875,270	
	– Z (m)	10,488	
	- P2		
	- X (m)	8637,751	
		19877,651	
	- Z (m)	8,566	
	Segmento nº 2		
	<ul> <li>Segmento nº 3</li> </ul>		
	<ul> <li>Segmento nº 4</li> </ul>		

### 1.6 Animación

Además de la vista tridimensional estática de la trayectoria estimada para cada roca, el programa cuenta con la vista animada. La velocidad de animación se puede regular aumentándola o disminuyéndola o también se puede interrumpir dicha animación.

### 1.7 Sección

Para crear una sección del área de trabajo seleccionar el respectivo comando que se encuentra en el menú Herramientas o en la barra y

definir con el mouse una línea de sección, después hacer click con el lado derecho para terminar el trazado de la misma.

Sucesivamente aparecerá una nueva ventana mostrando la sección creada y permitiendo exportar la misma en formato **edp**.

Las secciones se pueden también guardar en formato formato **edp**, el cual es utilizado para exportar los archivos producidos por los programas **GeoStru Software**. Los Archivos guardados con este tipo de formato pueden ser leídos por GeoRock **2D**, Slope etc.



### 2 Plano acotado

**GeoRock 3D** se basa en la definición tridimensional de la superficie a través del plano acotado.

Definir un plano acotado correctamente es indispensable, ya que será un dato de suma importancia para el análisis

Por lo tanto recomendamos utilizar software de creación de planos acotados con técnicas de triangulación de tipo **Delaunay incrementale** o bien con **triangulación anisótropa**.

El software **Trispace** producido por Geostru software es un instrumento creado para el análisis 3D del territorio, el cual permite generar sofisticadas mesh con múltiples opciones de análisis, tales como la triangulación incremental y anisótropa.

Además es posible extraer puntos tridimensionales de cartografías en 3D a través de **G.A.A** (Geostru Autocad Applications), los cuales se pueden triangular con software específicos.

Además el formato de lectura del plano acotado es de tipo texto, cada fila contiene las coordenadas del triángulo en formato [x,y,z] [x,y,z] [x,y,z]

# 3 Cálculo y gráficos 3D

Una vez terminada la fase del **Input** el software determinará el movimiento de las rocas en función de los impactos contra el suelo y contra las eventuales barreras. Apenas calculada, cada trayectoria aparecerá inmediatamente en el gráfico.

Para cada trayectoria calculada se obtiene la información sobre la posición inicial de la roca y sus valores mínimos y máximos de velocidad y posición absoluta.

La sección dedicada a las trayectorias permite además visualizar solo las trayectorias de interés. Desplazando el mouse sobre la trayectoria de interés se observa, para ese determinado punto, la cota de la roca, la velocidad y la energía.

Se puede también obtener la representación bidimensional de las alturas alcanzadas y de la energía de la roca en cada trayectoria. En estos gráficos se pueden insertar *marcadores* para localizar puntos de interés en el mapa tridimensional.

Para agregar un marcador basta colocar el cursor sobre una curva y seleccionar el comando *Agregar marcador* del menú que aparece apretando el lado derecho del mouse. Del mismo modo, con el comando *Eliminar marcador* o *Eliminar todos los marcadores*, se pueden eliminar los mismos.





© 2024 Geostru Software

# 4 Geoapp

### Geoapp: la suite más grande de la web para cálculos en línea

Las aplicaciones que componen Geostru Geoapp han sido diseñadas para brindar soporte profesional en la solución de múltiples casos técnicos. Geoapp comprende más de 40 aplicaciones para: Ingeniería, Geología, Geofísica, Hidrología e Hidráulica.

La mayoría de las aplicaciones son gratuitas, mientras algunas requieren suscripción mensual o anual.

Suscribirse en Geoapp significa:

- usar aplicaciones profesionales en cualquier momento, lugar y dispositivo;
- guardar los archivos en la nube y en el propio PC;
- abrir los archivos para elaboraciones sucesivas;
- servicios de impresión de los informes y las elaboraciones gráficas;
- información sobre nuevas aplicaciones e inclusiones automáticas en la propia cuenta de usuario;
- disponibilidad de versiones siempre actualizadas;
- servicios de asistencia técnica por medio de Tickets.

### 4.1 Sección Geoapp

### General e Ingeniería, Geotecnia y Geología

Entre las aplicaciones presentes, se puede utilizar una amplia gama para GeoRock. Para este propósito, se recomiendan las siguientes aplicaciones:

- Sistemas de redes anclados
- Clavado de barras pasivas
- Barreras anti caída de rocas, rígidas y elásticas
- Anclajes
- > <u>Análisis de estabilidad de superficies planas</u>
- Deslizamiento a lo largo de un plano
- Cuñas 3d

# 5 Software Rocas geomecánicas

Software para la geomecánica de las rocas, un conjunto completo: estudio geomecánico, clasificación de las rocas, análisis de estabilidad, caída de rocas consolidación 2D & 3D de rocas.

# 6 GeoRock 2D – Caída de rocas 2D



Software para la simulación de caída de rocas con el método llamado Lumped Mass y C.R.S.P.

#### **INPUT DE DATOS**

- Input gráfico por medio del mouse
- Input numérico en forma tabular
- Lectura datos de EXCEL
- Lectura de files DXF
- El software permite generar automáticamente las secciones topográficas a analizar con Geostru MAPS

Para el modelo **Lumped Mass** las hipótesis de cálculo son: esquema plano, perfil del talud semejante a una fracción constituida por segmentos rectilíneos, bloque puntiforme e insignificante resistencia del aire.

El Modelo **C.R.S.P.** (Colorado Rockfall Simulation Program) ha sido desarrollado por **Pfeiffer y Bowen (1989)** con el objetivo de modelar el movimiento de la caída de bloques de roca con forma esférica, cilíndrica o de disco, con sección circular en el plano vertical del movimiento. La confiabilidad del modelo ha sido verificada por medio de comparaciones entre los resultados numéricos y los obtenidos en pruebas in situ.

El software está en interfaz con los programas: TRISPACE para la elaboración automática de secciones a partir de un plano acotado o de

imágenes raster y con Geostru MAPS para la elaboración automática de las secciones topográficas con google maps.

Se pueden dividir las trayectorias de caída, subdividiéndolas en las siguientes zonas:

- de tránsito y de parada del **70%** de los bloques
- de parada del **95%** de los bloques
- de parada del 100% de los bloques

A estas zonas se le asignan después las clases de peligrosidad relativa.

### MÉTODOS DE CÁLCULO

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

### **OBRAS DE INTERVENCIÓN**

- Barreras de cualquier forma
- Diseño y cálculo de barreras: rígidas y elásticas, terraplenes y trincheras

### Más información: GeoRock 2D – Caída de rocas 2D -GeoStru

# 7 Notas teóricas

El modelo utilizado para el cálculo de las trayectorias de la caída de rocas considera los bloques como puntiformes que se impactan sobre un plano acotado. Este último está formado por una red de nodos tridimensionales los cuales constituyen una mesh triangular que representa el total de la zona entre el desprendimiento y la detención de la caída de la roca.

Los elementos de la red se deben definir de manera que se puedan considerar constante, dentro el perímetro, la inclinación y la dirección del talud junto a los parámetros físicos del modelo que son los coeficientes de restitución normal y tangencial, definidos como relación de energía post y pre impacto.

En vista de lo anterior, es necesario dimensionar adecuadamente los triángulos para que puedan ser considerados como "grandes" con respecto al volumen de los bloques y "pequeños" con respecto al área de examen.

La definición del área de desprendimiento de bloques requiere un análisis preventivo de la zona del desprendimiento de manera tal que para cada bloque se pueda definir una velocidad de lanzamiento en función del recorrido inicial a lo largo de la pared.

El modelo lleva a cabo también el análisis para el posicionamiento y el dimensionamiento de las obras de protección. El cálculo primero controla que el bloque esté impactando y no sobrepasando la barrera y después de esto controla que la obra pueda absorber completamente la energía cinética del impacto de la roca.

Este modelo de cálculo de las trayectorias es utilizado generalmente cuando se proyectan terraplenes como obras de refuerzo, ya que gracias a su elevada extensión son capaces de interceptar un gran número de bloques antes de requerir de mantenimiento o de reconstrucción, mientras que garantizan una notable energía de absorción, típicamente generada por largas trayectorias de caída.

Tratándose de proyectar obras más puntuales como por ejemplo redes de protección de caída rocas, los estudios sobre el recorrido de caída de rocas efectuados con modelos bidimensionales resultan más precisos, ya que proporcionan descripciones más sofisticadas del fenómeno físico.

La trayectoria del bloque puede ser determinada utilizando las ecuaciones del movimiento de un grave. Con respecto a un sistema de ejes cartesianos ortogonales, tales ecuaciones son:

$$s = v \times t + s0$$
$$z = -1/2 \times g \times t2 + v \times t + z0$$

donde:

v = velocidad del bloque; t = tiempo; g = aceleración de gravedad; s = espacio recorrido;

De este modo la trayectoria del movimiento resulta compuesta por una serie de parábolas trazadas entre el punto donde se da el desprendimiento y el punto donde el bloque choca contra el talud por primera vez, en la fase inicial del movimiento, y entre dos sucesivos puntos de impacto sobre el talud, o al pie, después, hasta el punto final de la detención.

En particular, indicando con vn y vt los componentes (normales y tangenciales) de la velocidad antes del choque, después del choque v'n, v't se pueden calcular mediante las relaciones:

$$v'n = vn \times \lambda n$$
  
 $v't = vt \lambda t$ 

en donde:

 $\lambda n$  y  $\lambda t$  son llamados coeficientes de restitucion variables en el intervalo 0-1.

# 8 Raster Import

Es posible insertar una imagen raster en el proyecto solo después de haber importado el plano acotado.

El procedimiento de importación se inicia seleccionando el archivo jpg que contiene la imagen a incluir en el proyecto. La imagen se calibra con la ayuda de un asistente que aparece clicando el botón "Iniciar calibración", el cual pide al usuario seleccionar en el mapa, con el mouse, dos puntos de los cuales se conocen las coordenadas, expresadas en el mismo sistema utilizado para el plano acotado.

#### ATENCIÓN:

Las coordenadas se deben expresar en el mismo sistema utilizado para el plano acotado.

Para calibrar correctamente el mapa es necesario seleccionar dos puntos que no estén cercanos entre sí y que estén colocados en diagonal. El menú "Herramientas" de la ventana principal de la aplicación, da la posibilidad al usuario de eliminar la imagen que se ha importado, de ver sus propiedades, o de efectuar una nueva importación.

En la carpeta Raster Import hemos incluido un ejemplo de importación. El modelo digital ha sido realizado con GeoStru STRM.

### 9 Contactos

### **GeoStru Software S.a.s.**

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

17	Georock 3D
----	------------