



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

Universidad Politécnica de Madrid

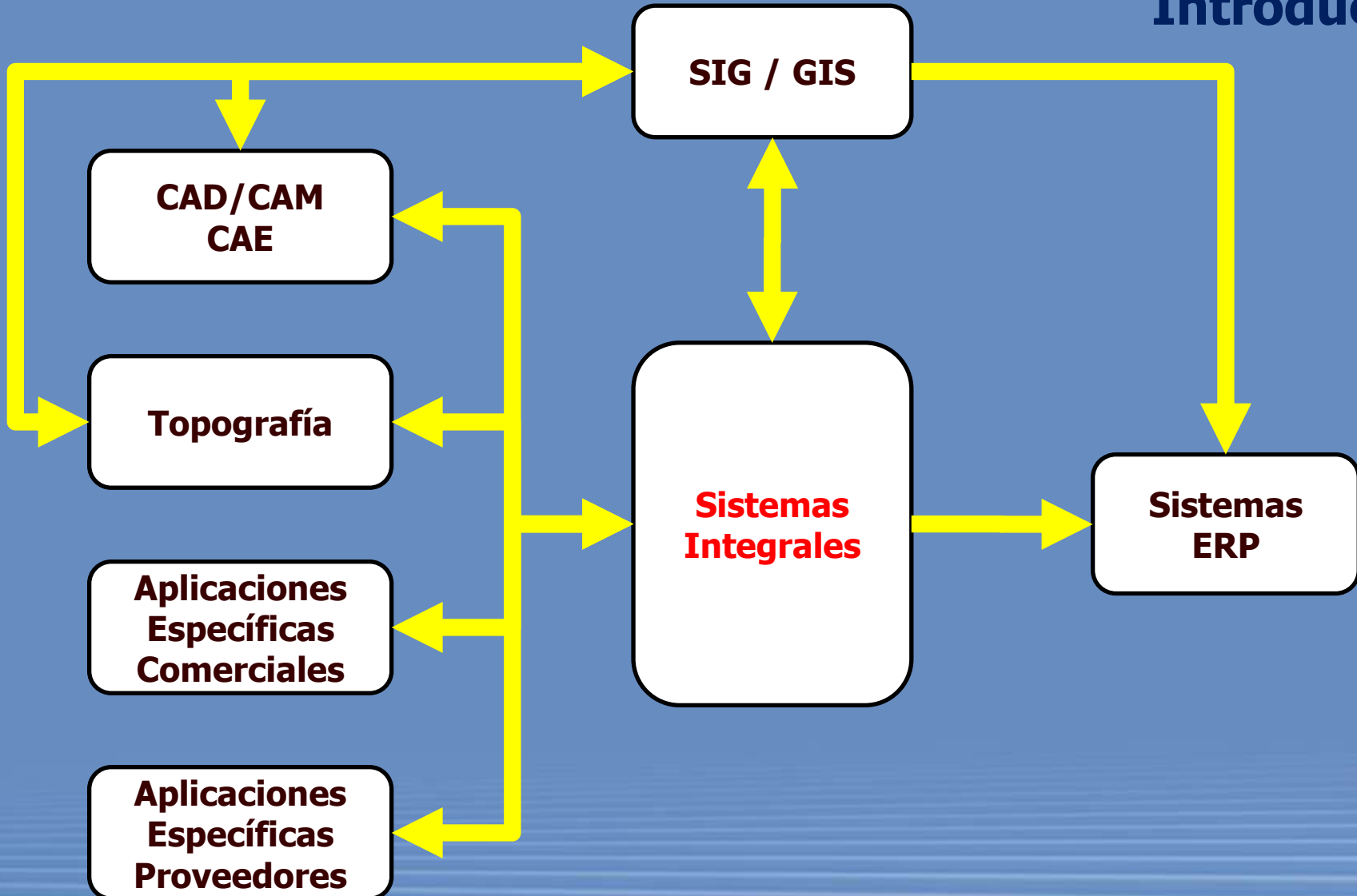
PAQUETES DE SOFTWARE Y APLICACIONES INFORMÁTICAS DE UTILIZACIÓN EN MINERÍA

Jorge Castilla Gómez - Juan Herrera Herbert

**Department of Mining and Underground Excavations.
Madrid School of Mines
Technical University of Madrid**



Introducción

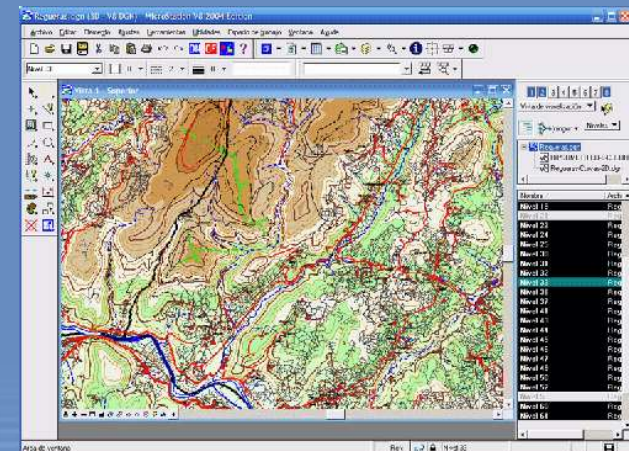
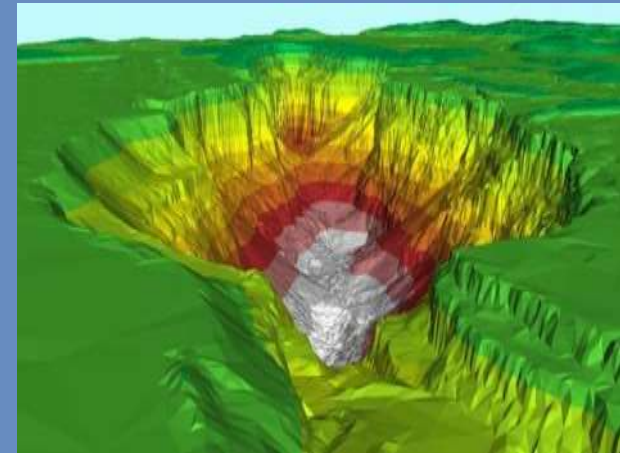


Integración de aplicaciones y sistemas

- Sistemas integrales
- Diseño asistido por ordenador
- Topografía
- Aplicaciones específicas comerciales
- Aplicaciones específicas de proveedores
- Sistemas de información geográfica
- Sistemas ERP

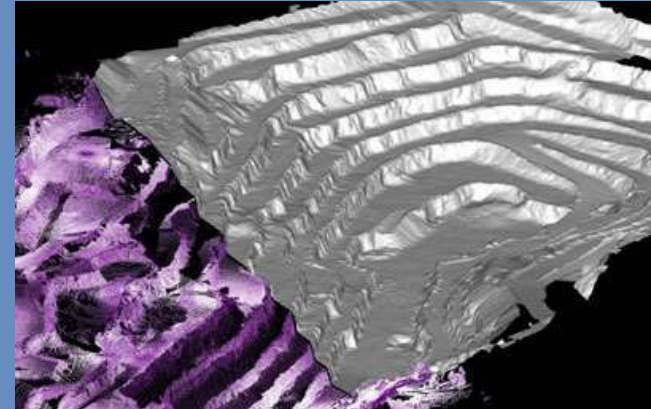
CAD / CAM / CAE

- Diseño asistido por ordenador.
 - CAD: Computer Aided Design.
 - CAM: Computer Aided Manufacturing.
 - CAE: Computer Aided Engineering.
- Sirve como entrada de datos al “Sistema Integral” de gestión.
- Del mismo modo se usa como salida y presentación de datos generados.
- Software: AUTOCAD, MICROSTATION, CATIA,...

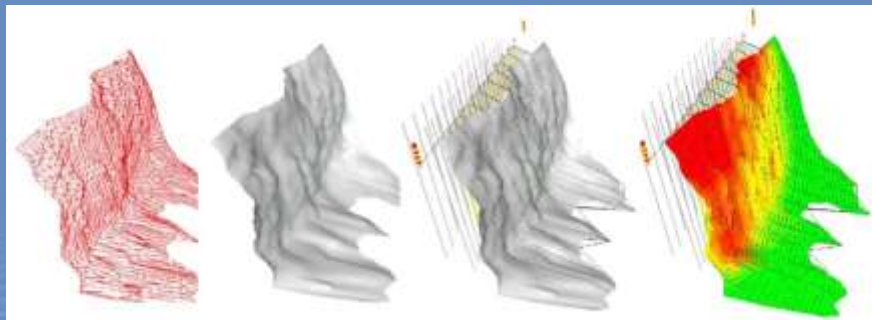
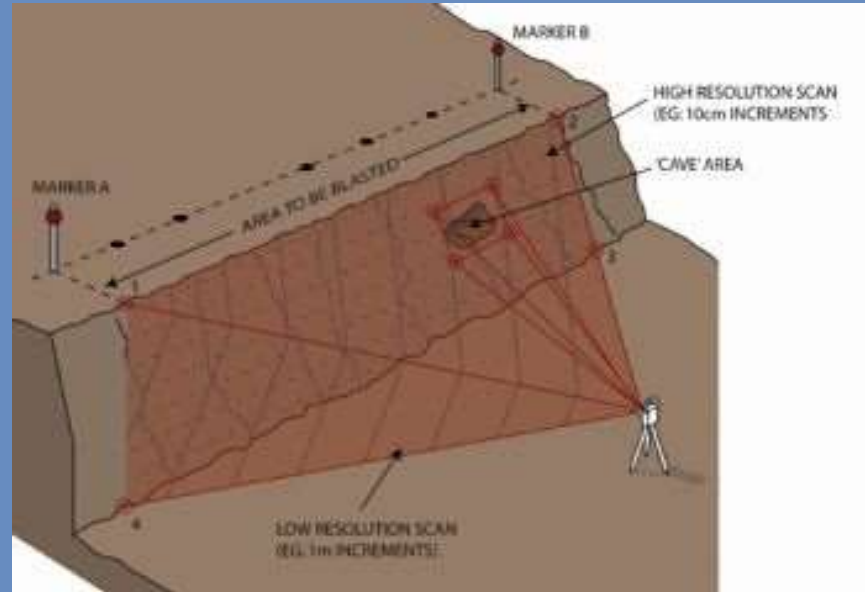


Topografía

- Aplicaciones convencionales para adquisición de datos de campo
 - Protopo
 - Surfer
 - MDT
 - TopoCal
- Aplicaciones mineras específicas:
 - Perfilometría láser para digitalización 3D de explotaciones.
 - I-Site
 - Quarryman



Topografía



Sistemas Integrales

- DATAMINE www.datamine.co.uk
- GEMCOM (SURPAC) www.gemcomsoftware.com
- VULCAN www.maptek.com
- MINESIGHT 4.0 www.minesight.com
- CARLSON MINING www.carlsonsw.com
- SHERPA y APEX www.aventurineengineering.com
- RECMIN (freeware) www.recmin.com

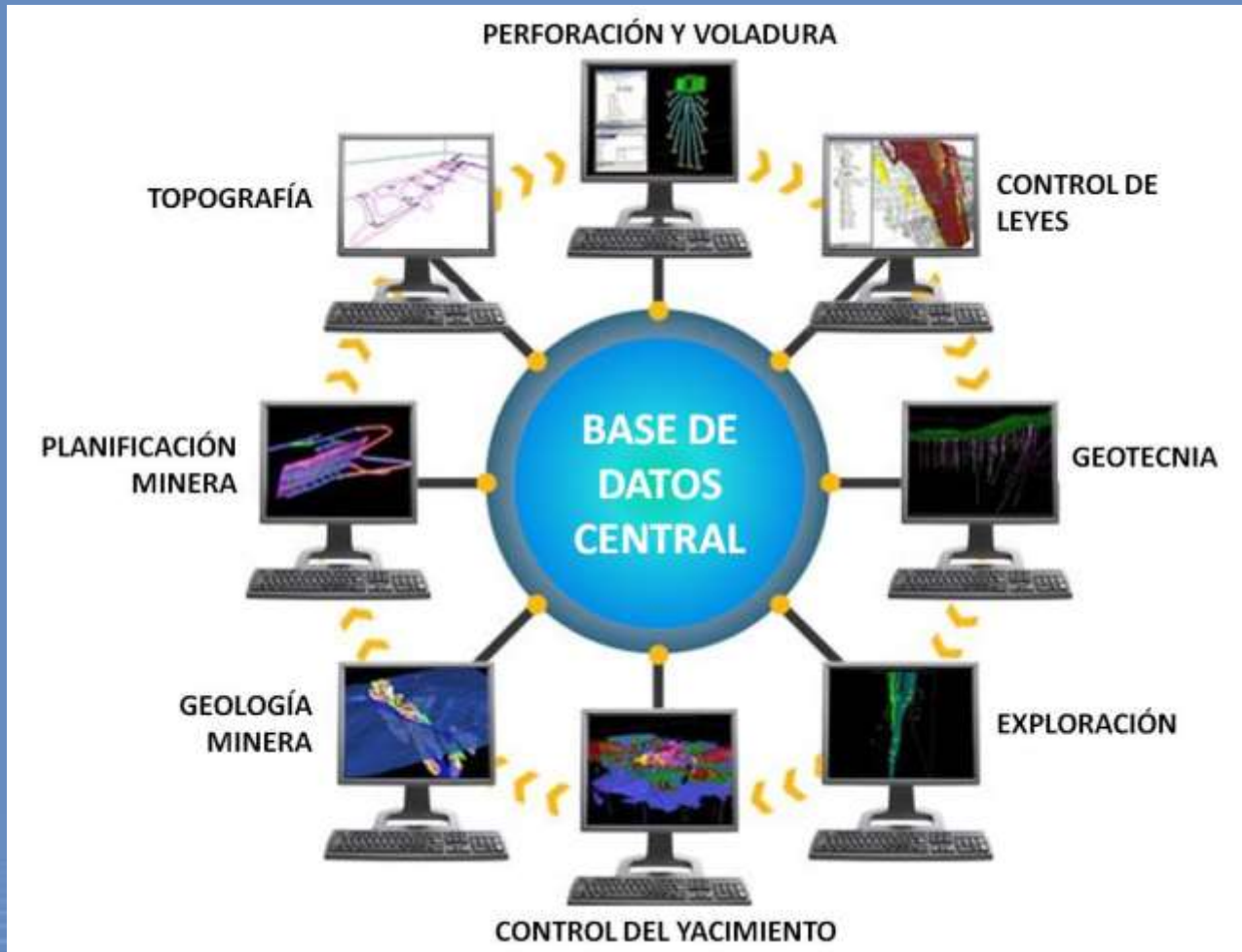
Sistemas Integrales

- Los “Sistemas Integrales” son paquetes de software que compilan la información geológica desde la fase de exploración, hasta la fase de explotación.
- Permiten realizar la estimación de reservas desde la información obtenida en los sondeos y elaborar el modelo de bloques del yacimiento.
- Permiten realizar la planificación de la explotación y la programación de la vida de la mina.
- Del mismo modo permite diseñar la secuencia de excavación, diseño de bancos y pistas, en función del método de explotación y la geometría del yacimiento.
- Los paquetes incluyen también en el diseño de mina, el diseño de las voladuras y escombreras.

Sistemas Integrales

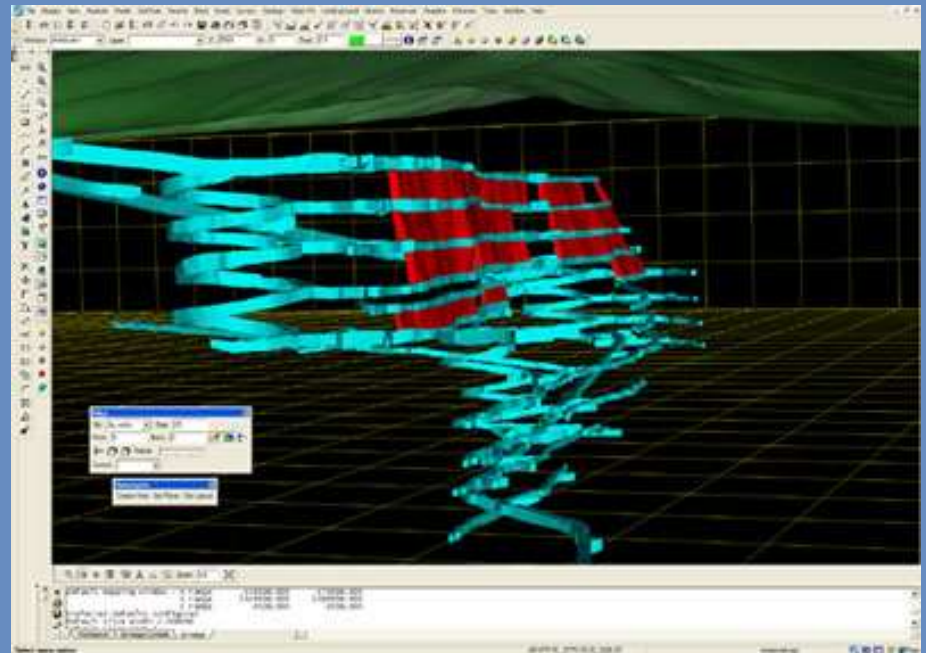
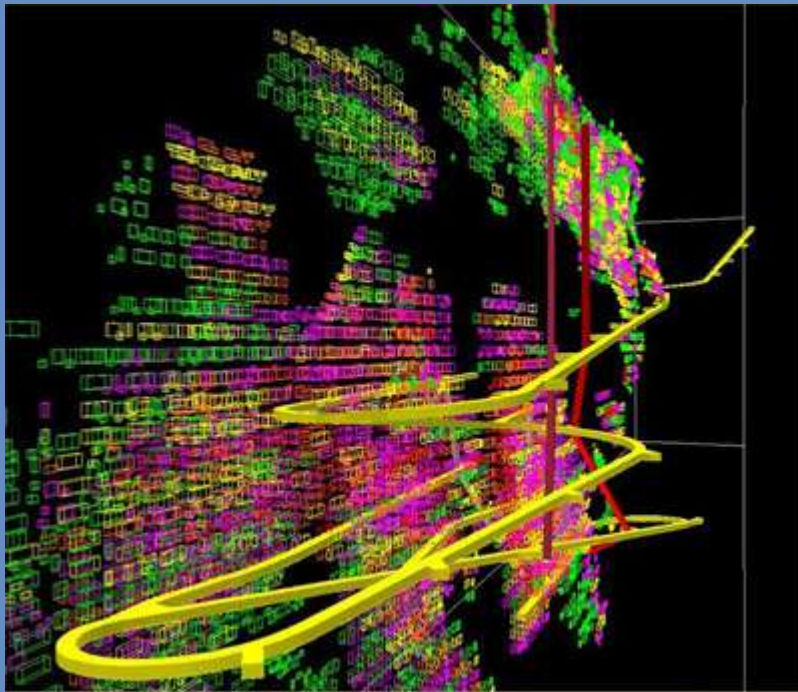
- Es posible incorporar al Sistema la información obtenida en el control de leyes para actualizar y redefinir las leyes de los modelos estimados.
- Funcionan como una base de datos, integrando toda la información de las diferentes departamentos de la Mina:
 - Exploración
 - Geología y Geotecnia
 - Planificación
 - Topografía
 - Perforación y Voladura
 - Control de leyes

Sistemas Integrales



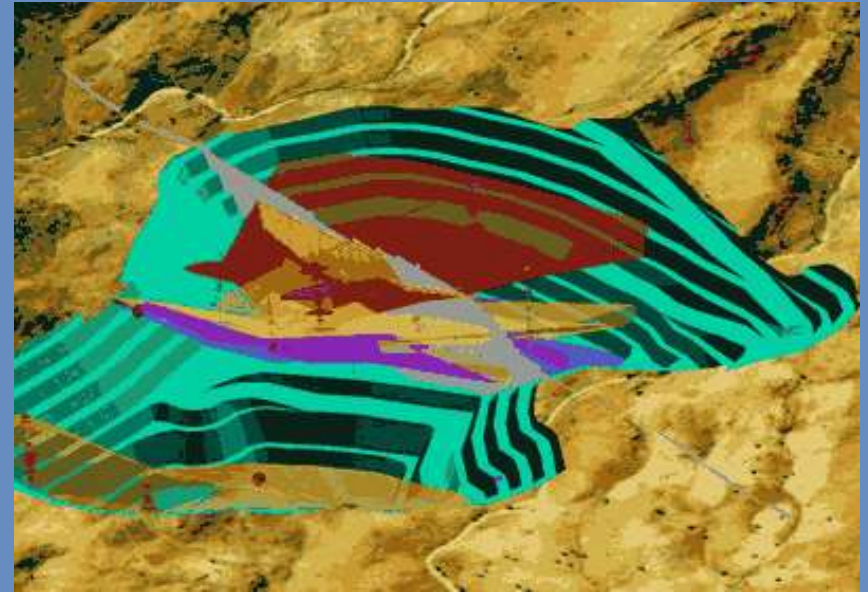
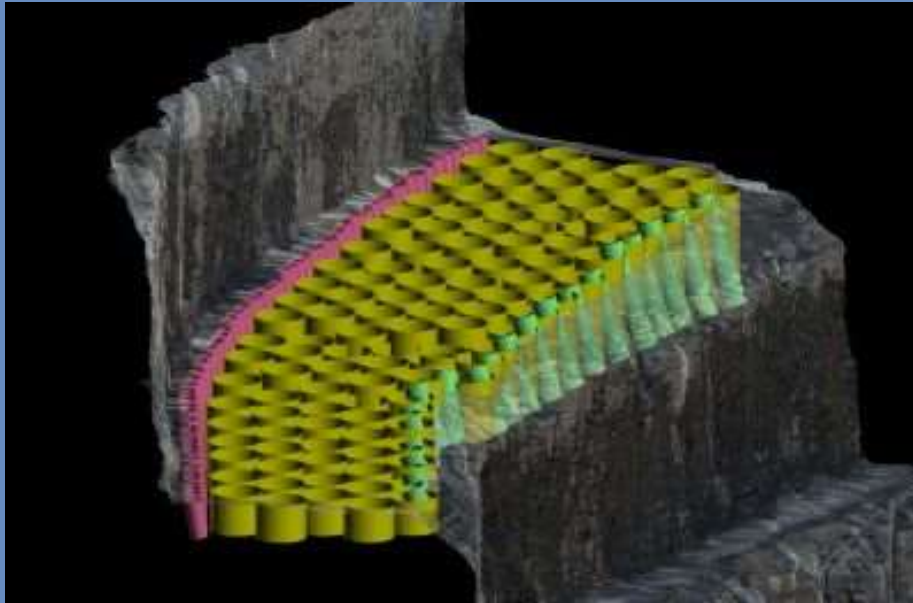
Sistemas Integrales

■ VULCAN



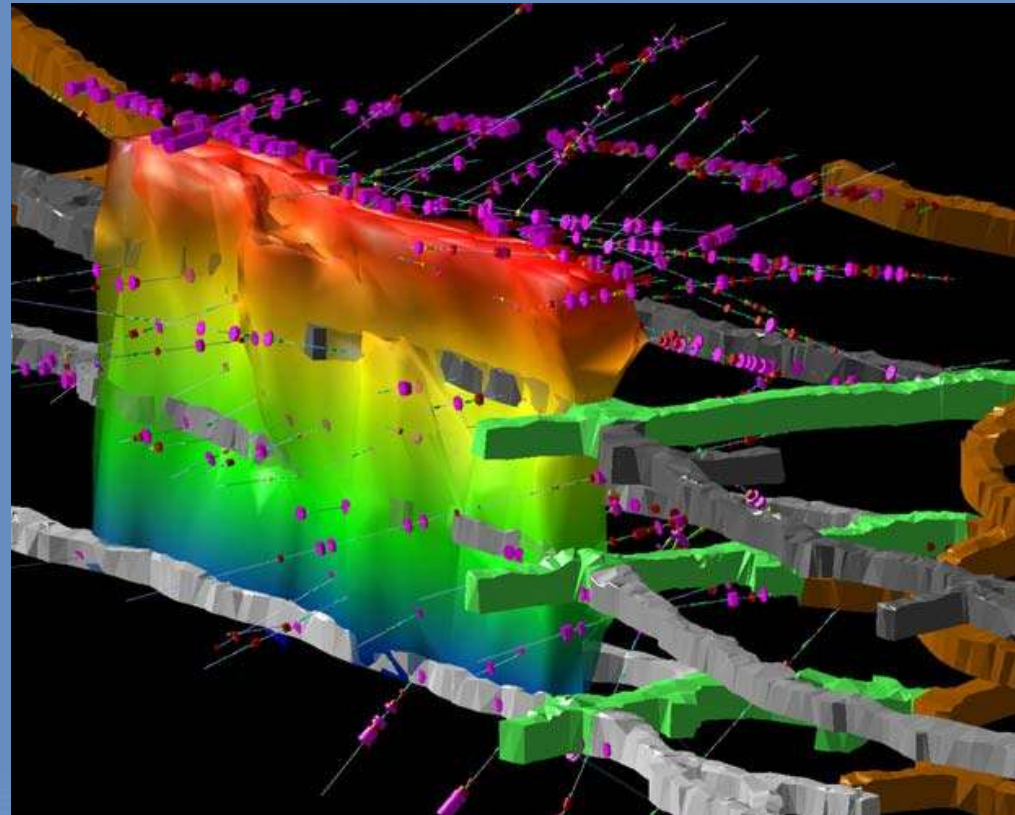
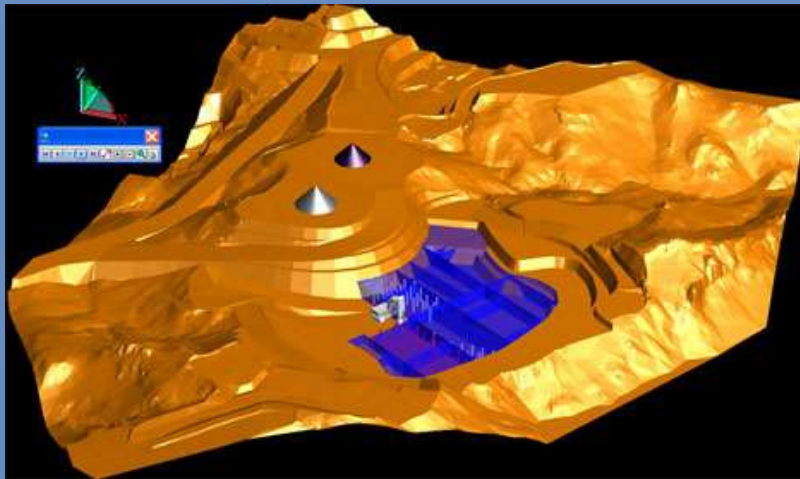
Sistemas Integrales

- VULCAN



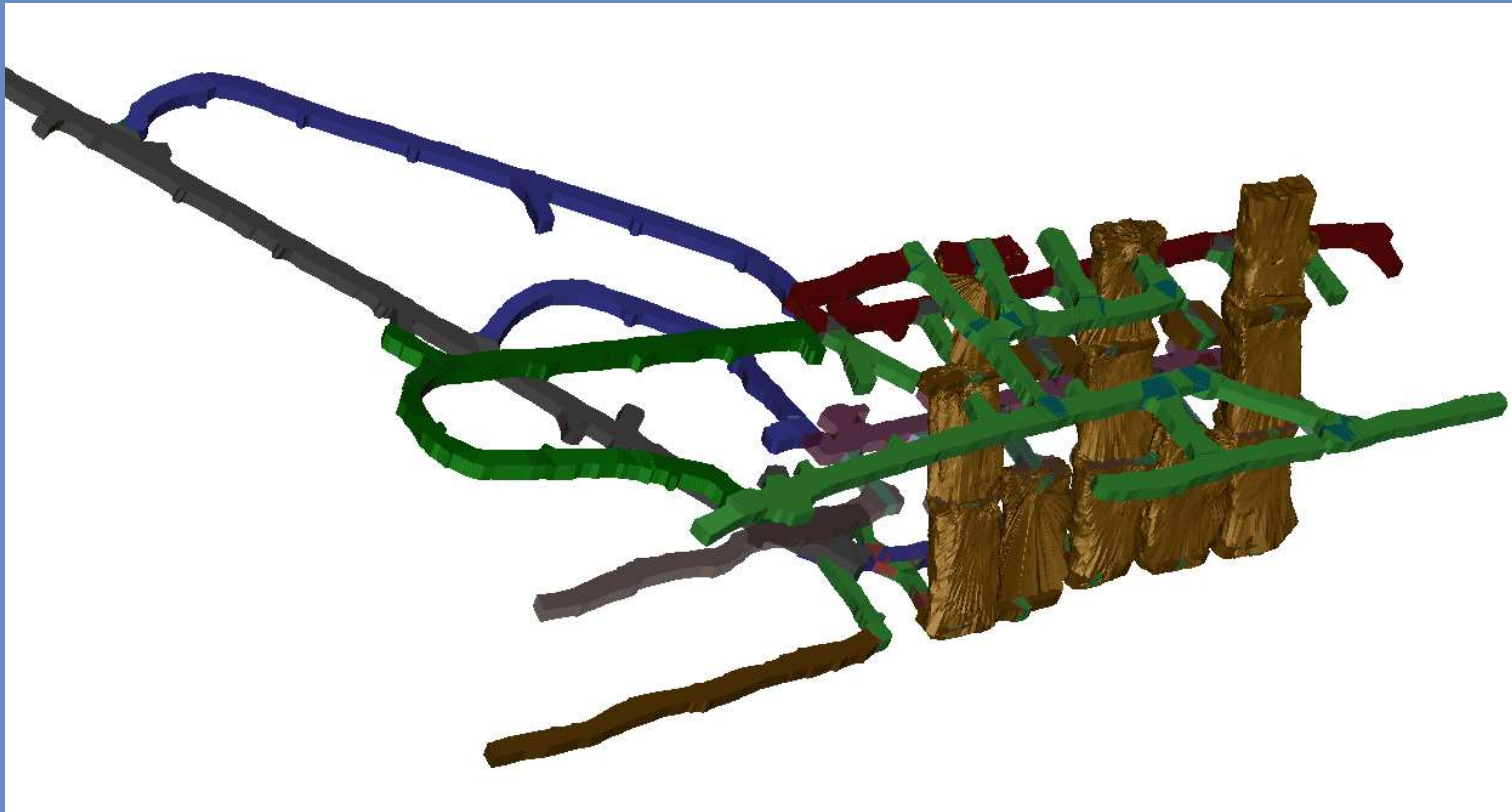
Sistemas Integrales

■ GEMCOM-SURPAC



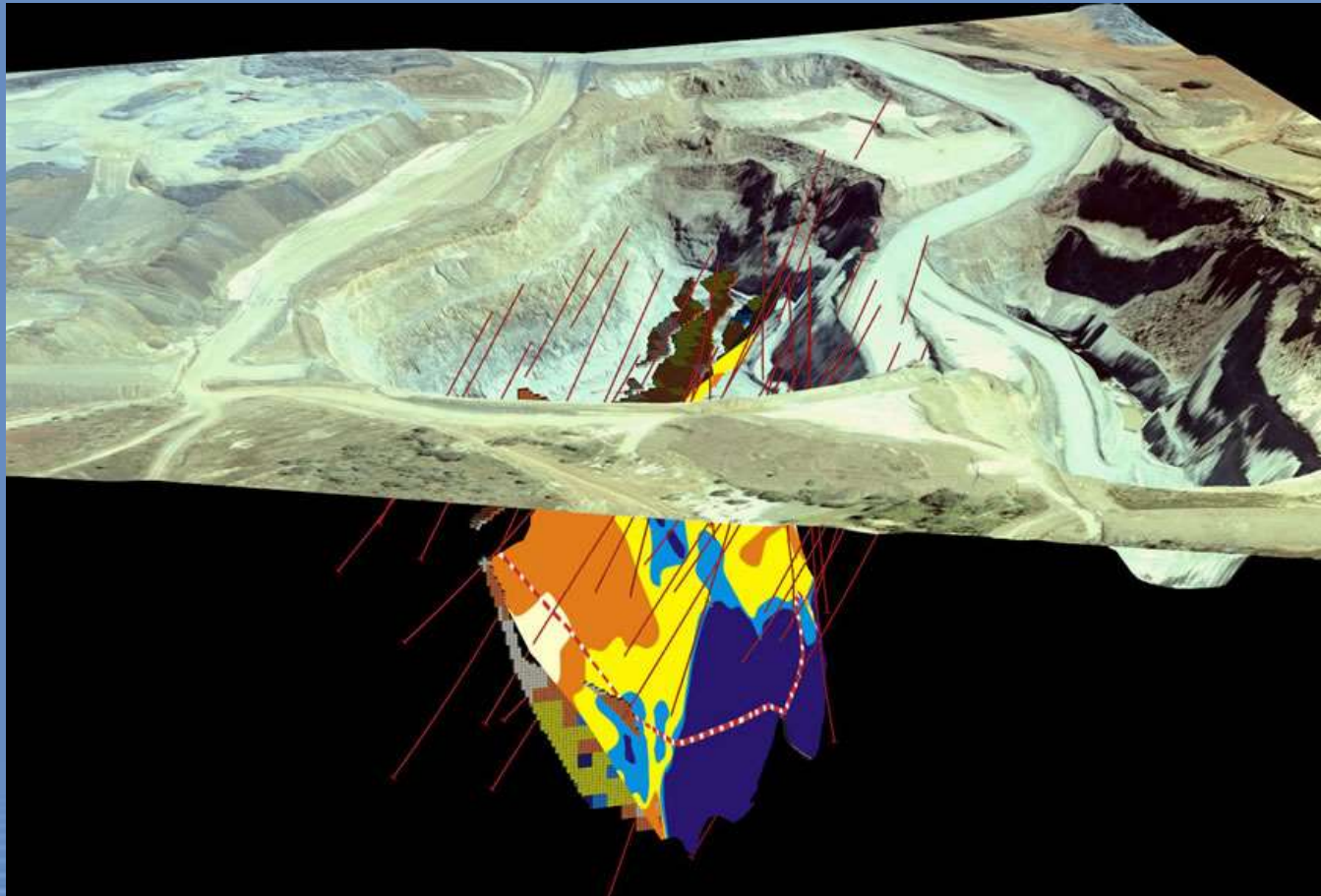
Sistemas Integrales

■ GEMCOM-SURPAC



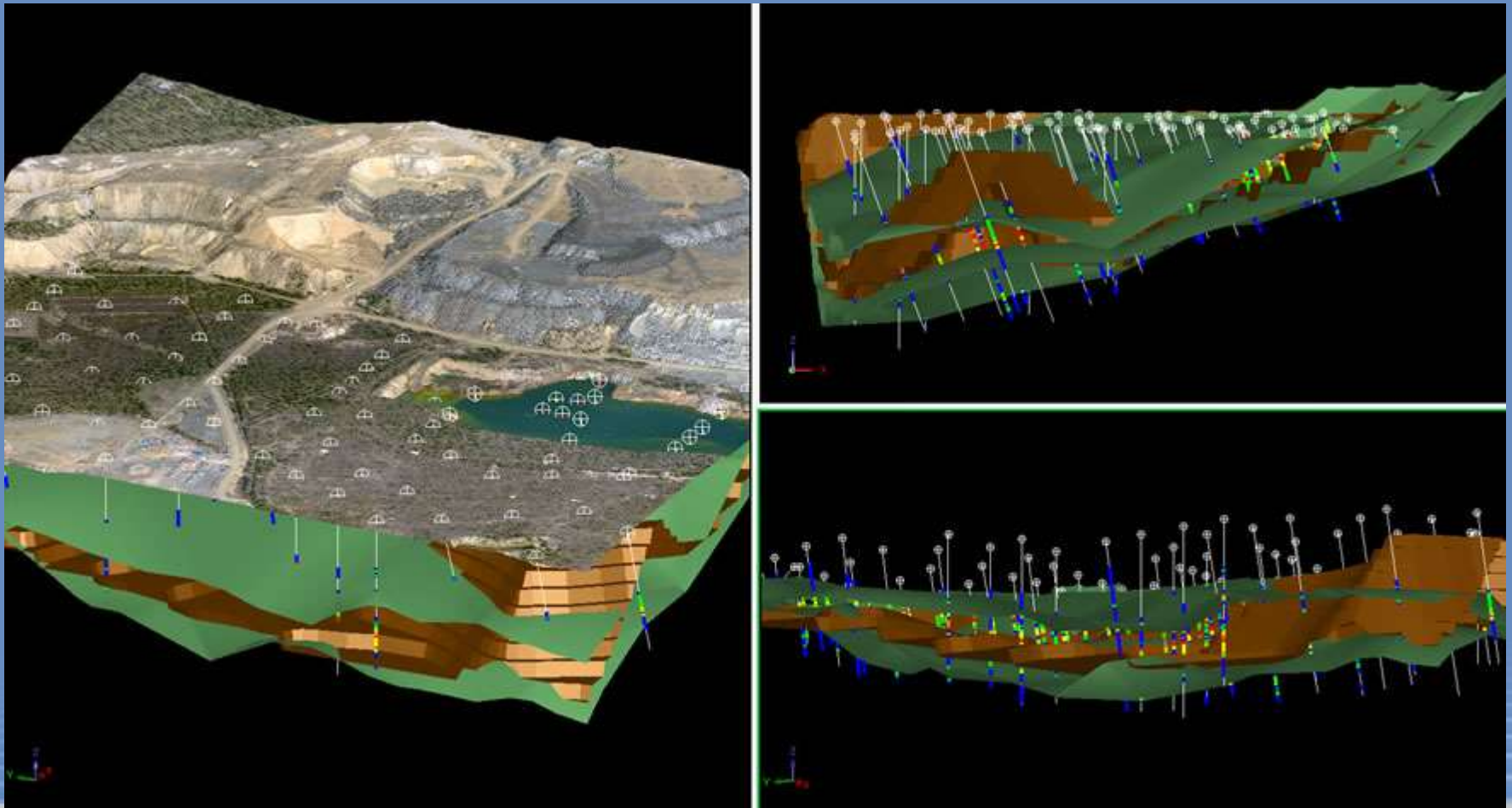
Sistemas Integrales

■ GEMCOM-SURPAC



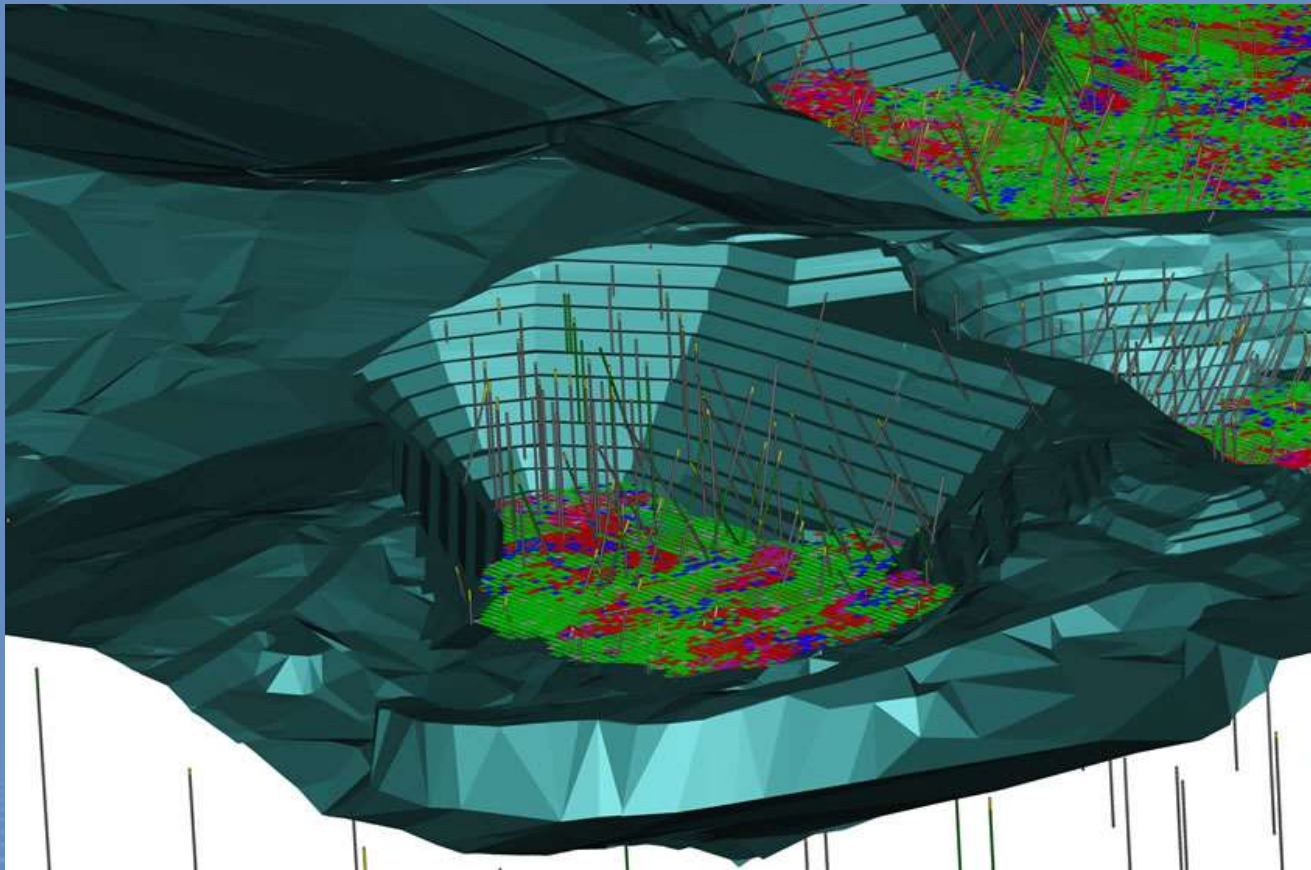
Sistemas Integrales

■ GEMCOM-SURPAC



Sistemas Integrales

- GEMCOM-SURPAC



Aplicaciones específicas comerciales

■ ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN

- SPLIT DESKTOP www.spliteng.com
- WIPFRAG www.wipware.com
- GOLDSIZE Golder Associates

■ DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS

- JK SimBlast www.soft-blast.com
- BlastMaker www.blastmaker.kg
- Compublast www.whiteseis.com/CompuBlast.aspx
- DISVOL, VIBRAVOL, AIRVOL... EPM Proyectos Mineros
- Tunnplan + TunnVib www.ntnu.no
- SHOTPLUS www.oricaminingservices.com

Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 - SPLIT DESKTOP

www.spliteng.com



Aplicaciones específicas comerciales

■ ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN

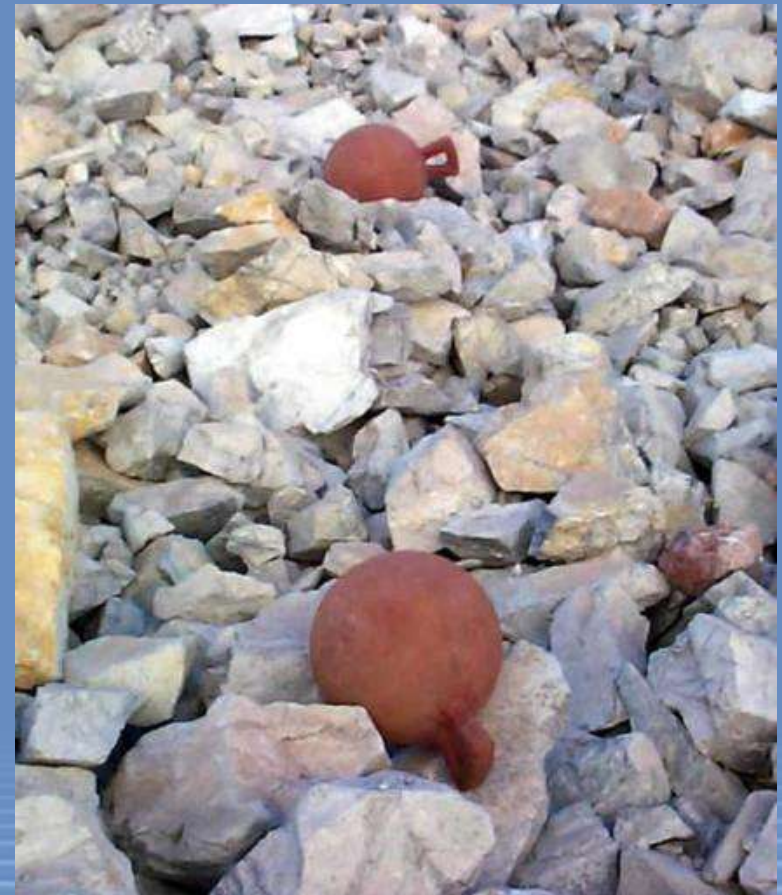
– SPLIT DESKTOP

www.spliteng.com



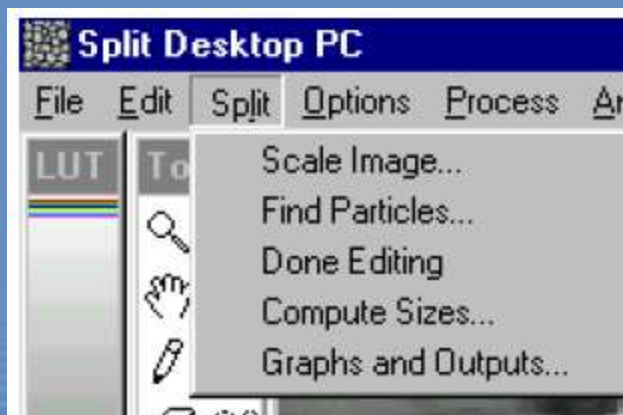
Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 1. Adquisición de imagen



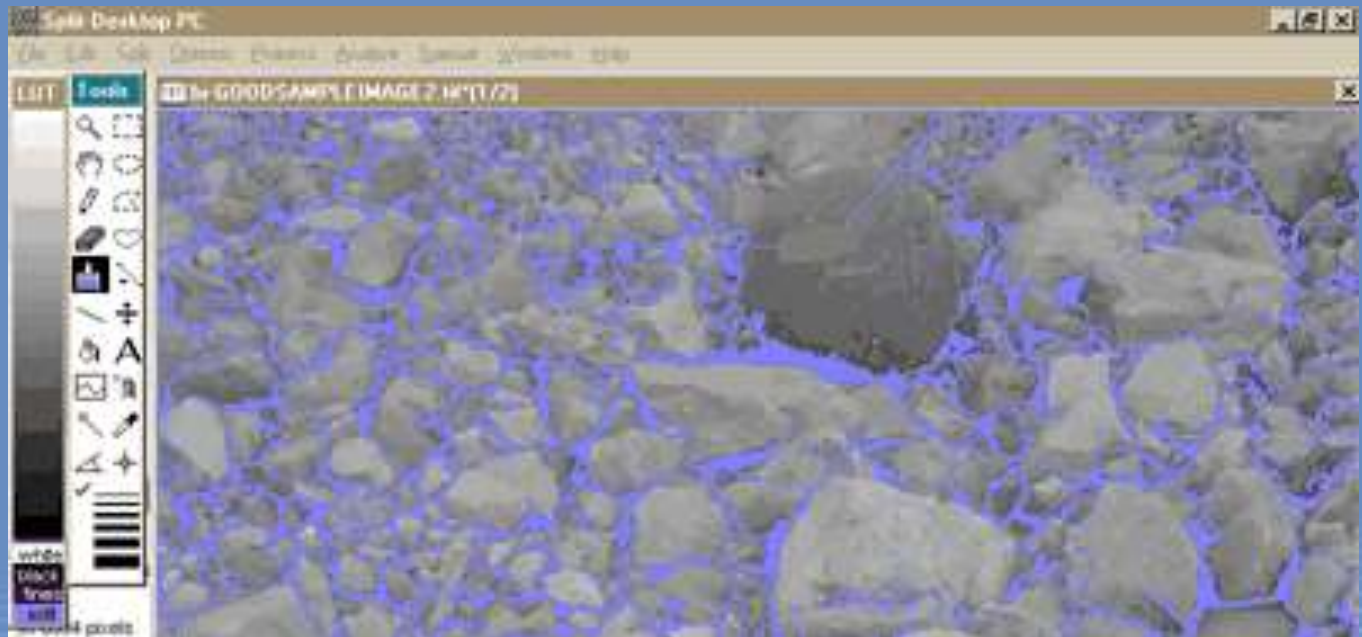
Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 1. Adquisición de imagen
 2. Escalado de la imagen



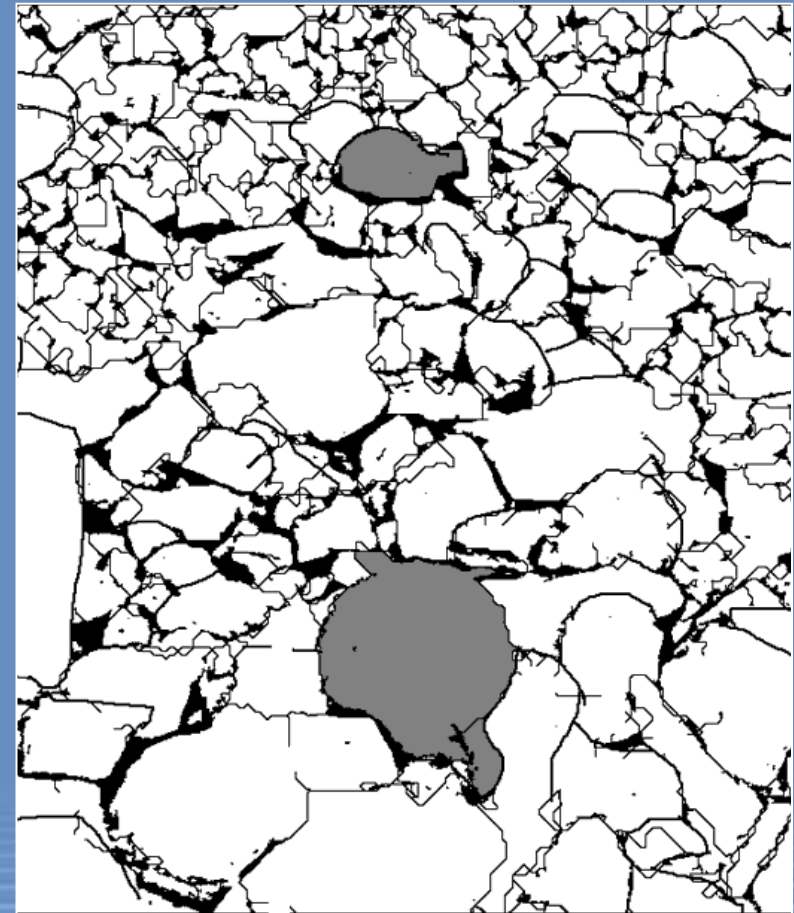
Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 1. Adquisición de imagen
 2. Escalado de la imagen
 3. Fragmentación y delineación



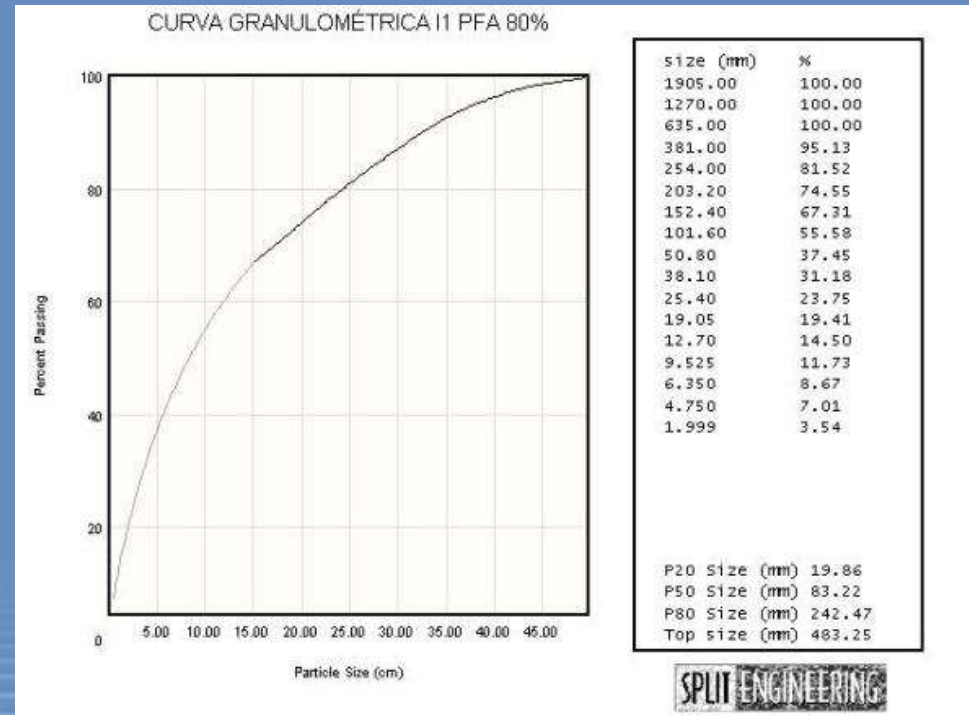
Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 1. Adquisición de imagen
 2. Escalado de la imagen
 3. Fragmentación y delineación
 4. Análisis de tamaño



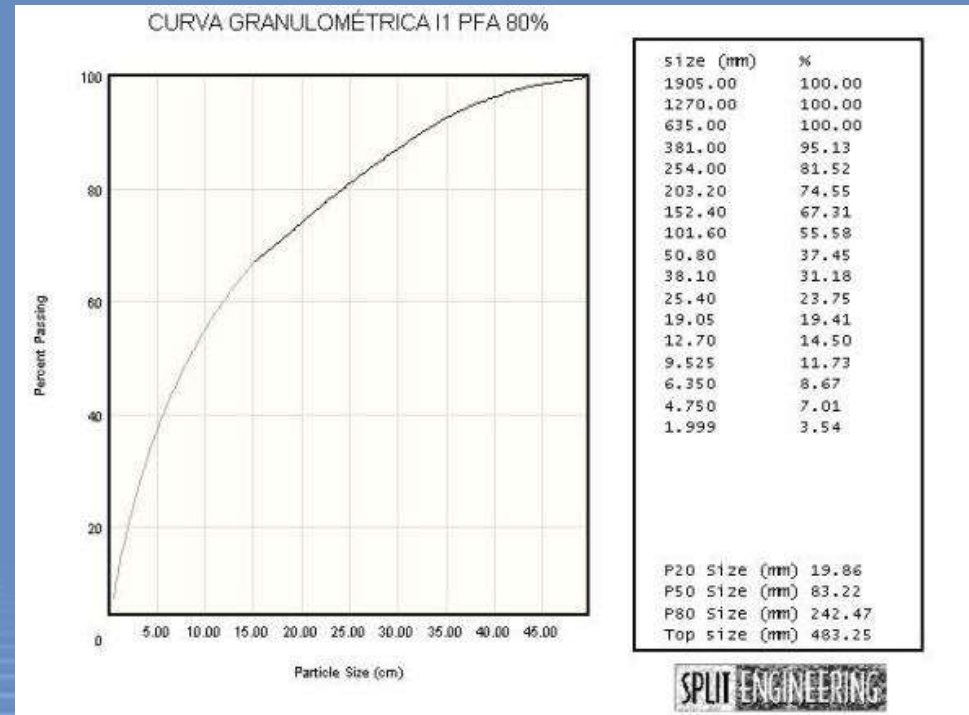
Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 1. Adquisición de imagen
 2. Escalado de la imagen
 3. Fragmentación y delineación
 4. Análisis de tamaño
 5. Resultados



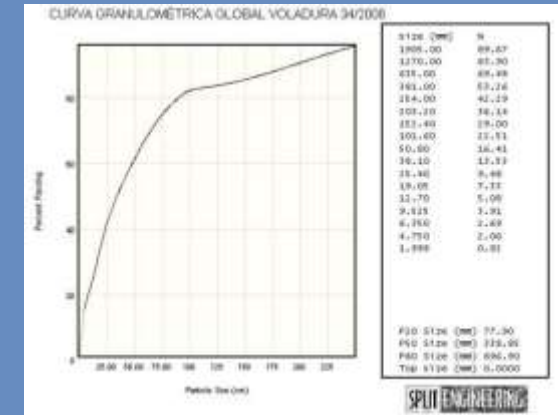
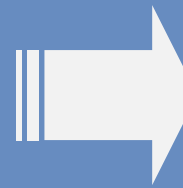
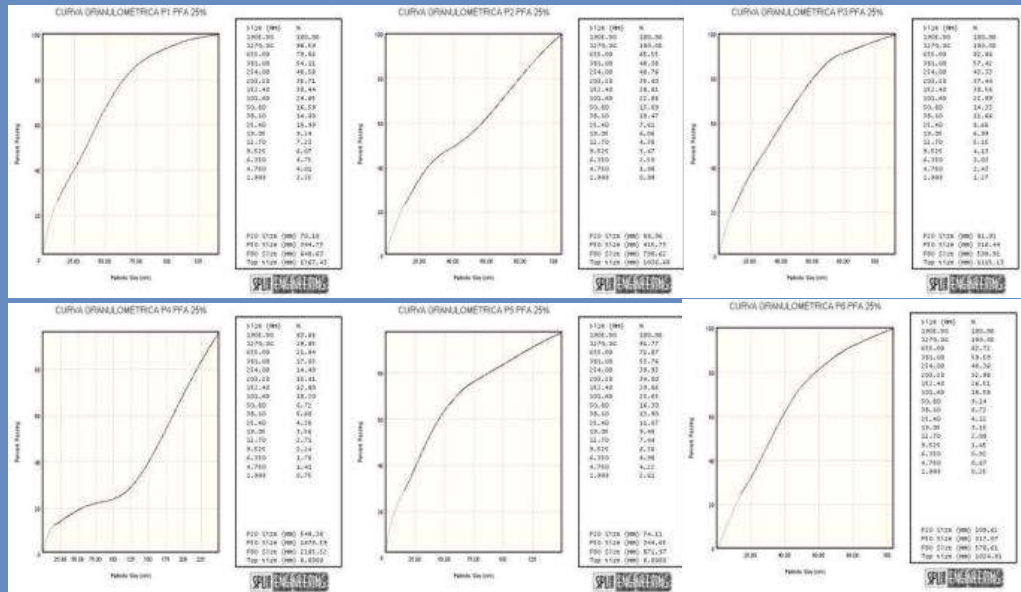
Aplicaciones específicas comerciales

- ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN
 1. Adquisición de imagen
 2. Escalado de la imagen
 3. Fragmentación y delineación
 4. Análisis de tamaño
 5. Resultados



Aplicaciones específicas comerciales

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN



Análisis global de la pila

Distribución de tamaños de 6 perfiles individuales

Aplicaciones específicas comerciales

■ DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS

– El software JK SimBlast es una aplicación para el diseño y simulación de voladuras, compuesta por diferentes módulos:

- 2D Bench Análisis y diseño de voladuras a cielo abierto
- 2D Ring Análisis y diseño de voladuras de producción(UG)
- 2D Face Análisis y diseño de voladuras en túnel
- JKBMS Sistema de gestión de voladuras
- 2D View Análisis avanzado de voladuras
- TimeHEx Análisis avanzado de secuenciación

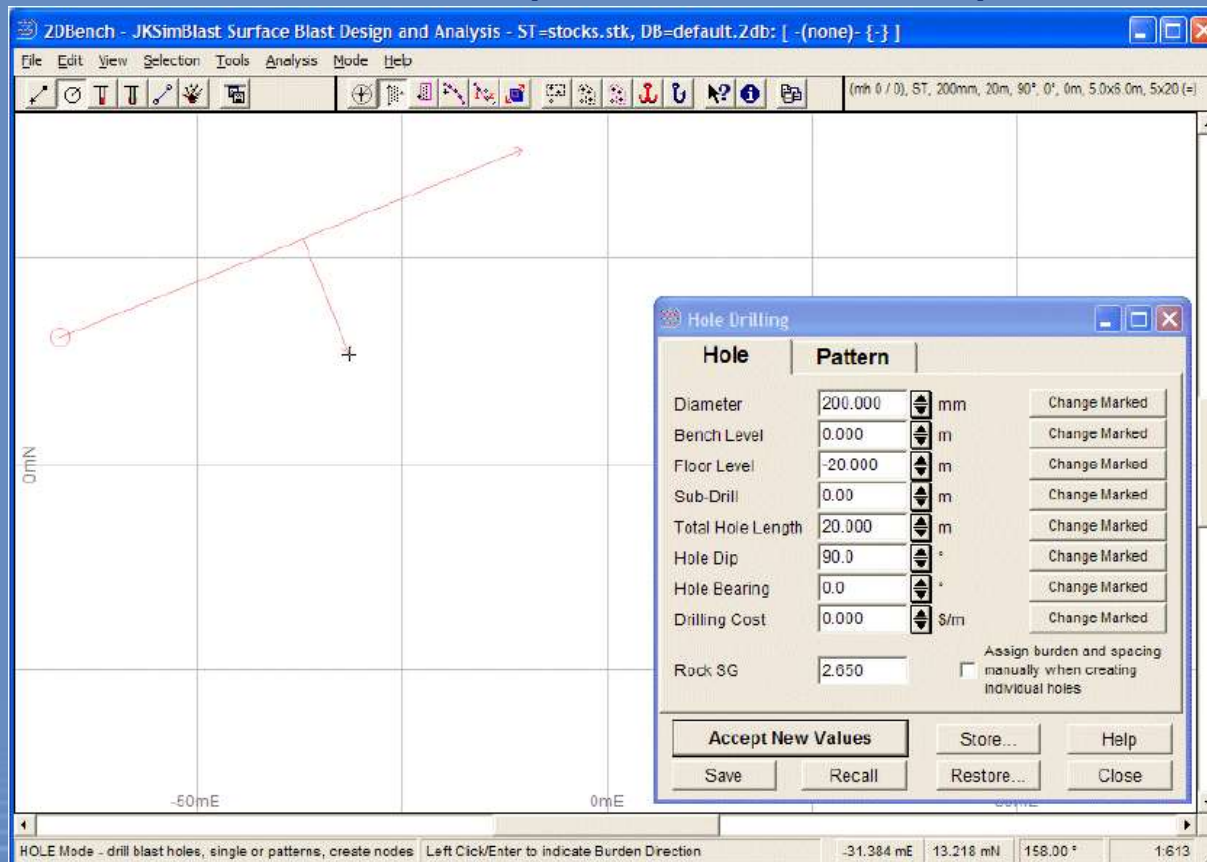
■ Ha sido desarrollado por el JKMRC (Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre), en la Universidad de Queensland, Australia.

Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - El software **JK SimBlast** permite:
 - Dibujar o importar la geometría del frente de voladura.
 - Dibujar barrenos individuales, patrones de voladura, o importar datos de barrenos desde otras aplicaciones.
 - Simular la carga de explosivo, retacado o cualquier otro material dentro del barreno.
 - Simular la secuenciación en fondo y en superficie.
 - Simular la secuencia de detonación en pantalla.
 - Analizar los efectos de la secuenciación y energía.
 - Sirve como base de datos de voladuras, con diferentes opciones de filtrado.
 - Imprimir tablas, planos, exportar datos...

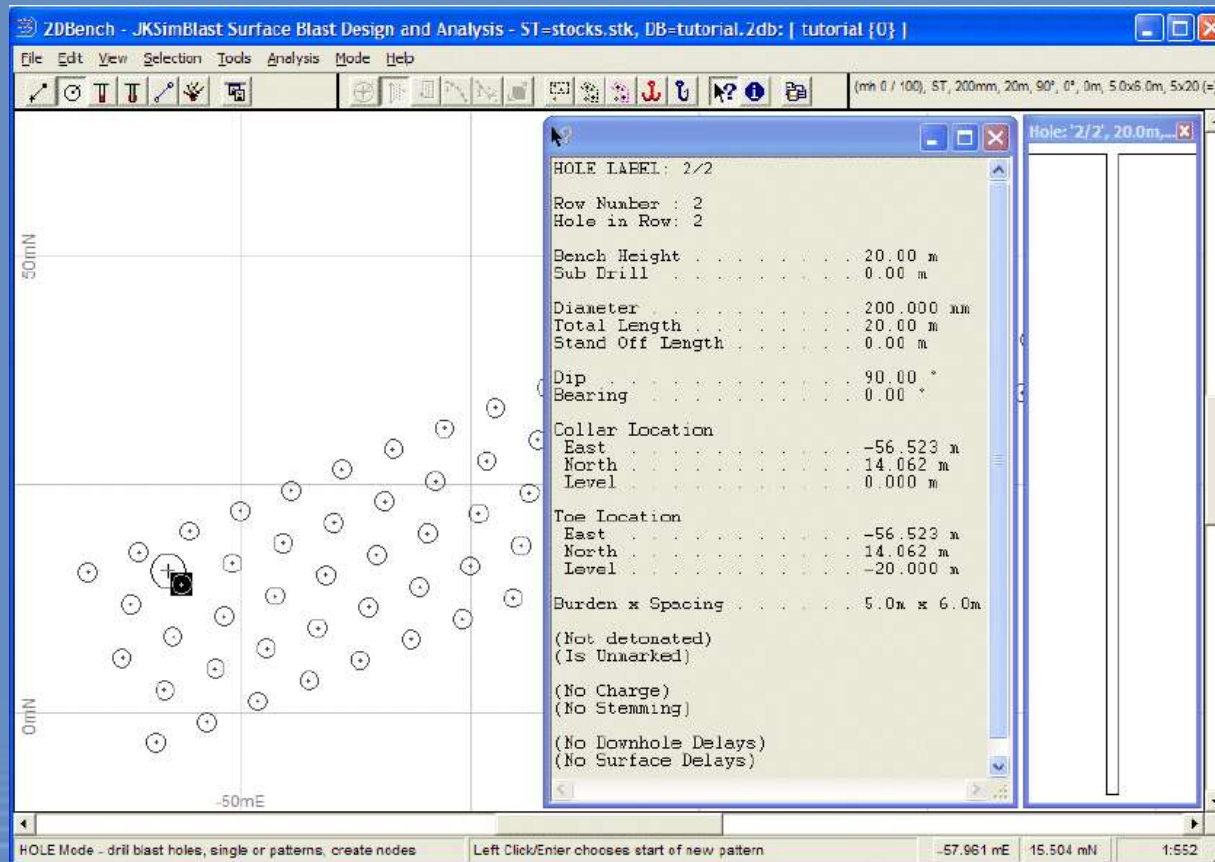
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



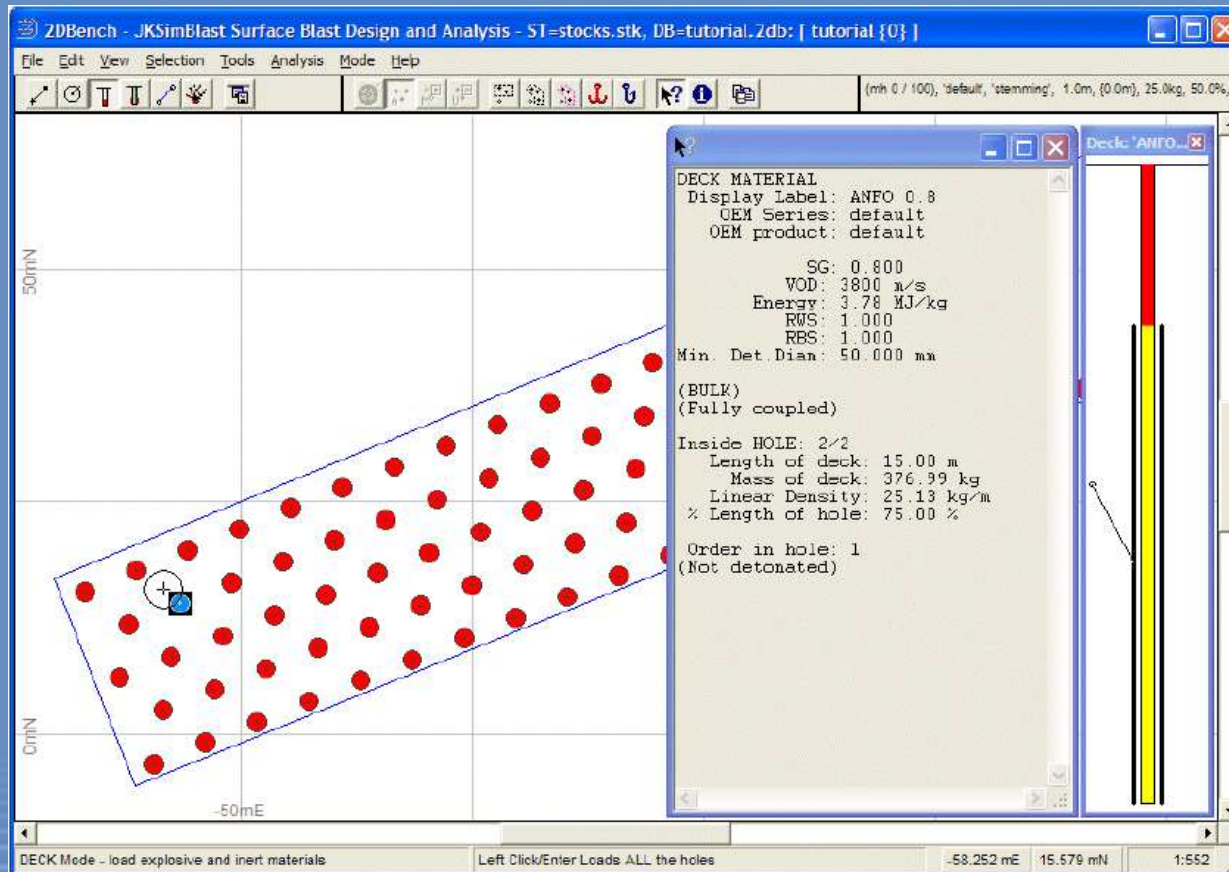
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



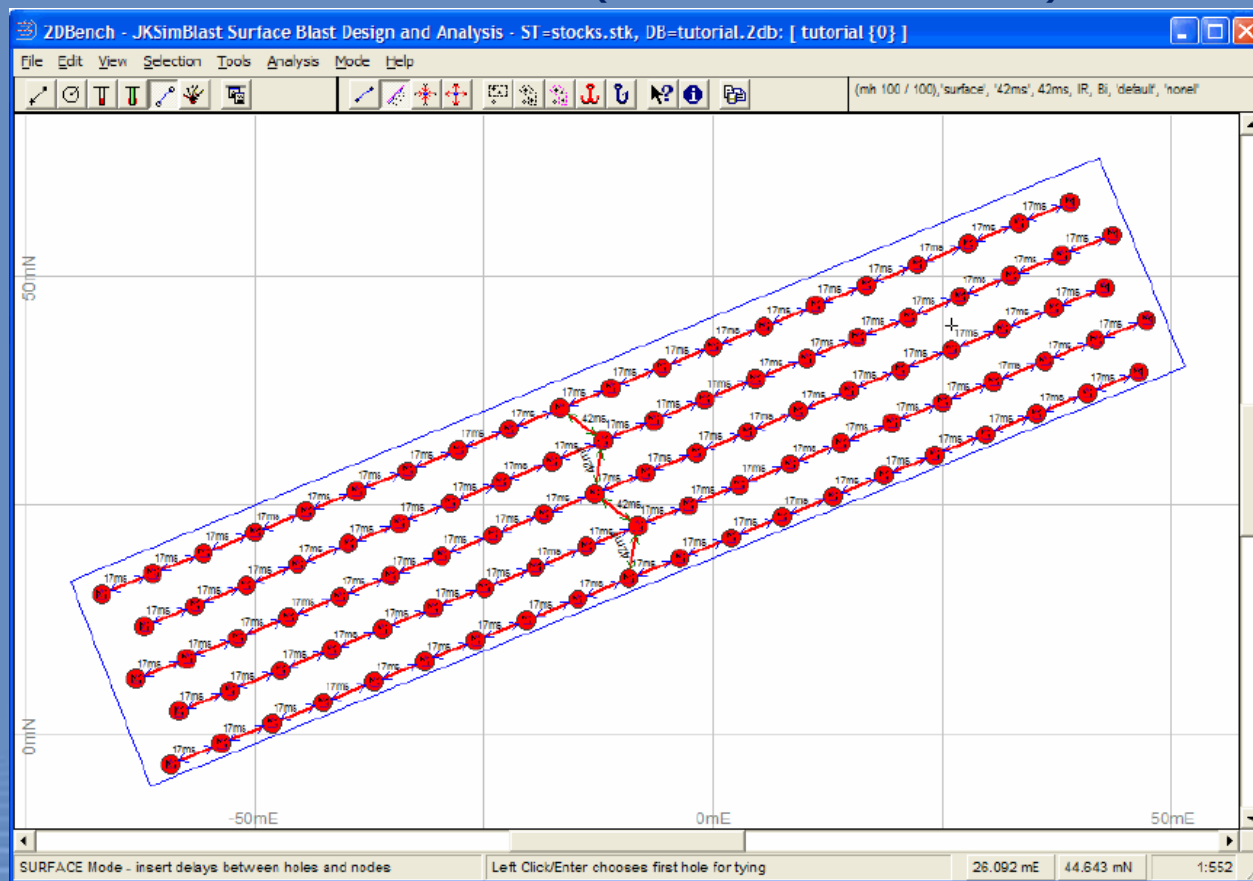
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



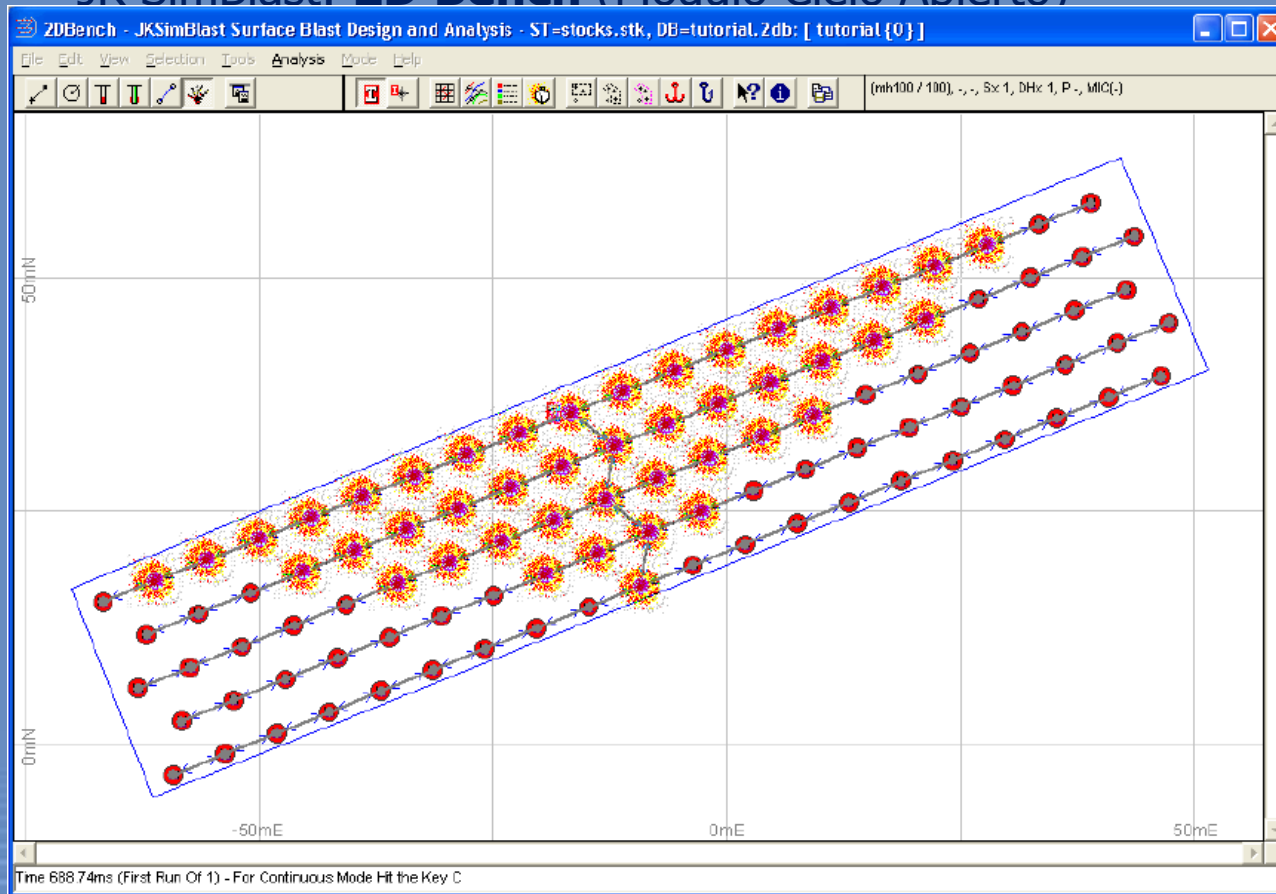
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



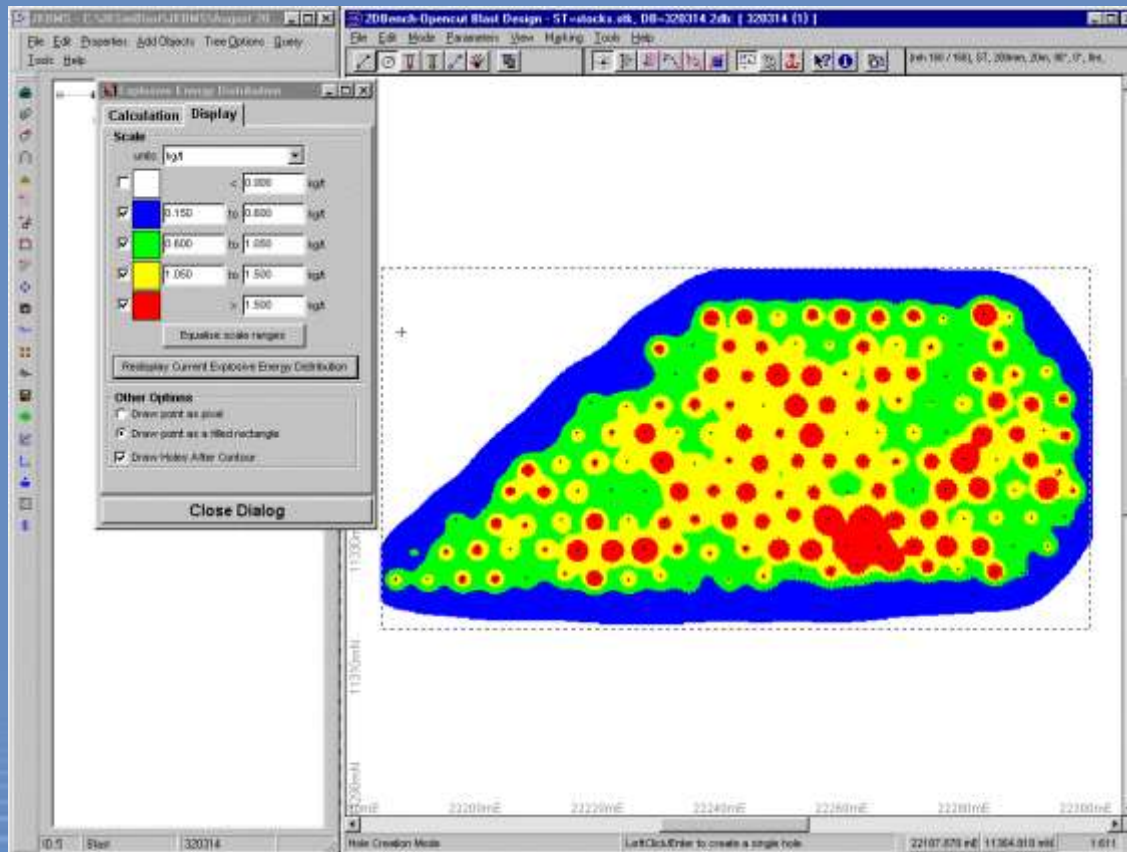
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



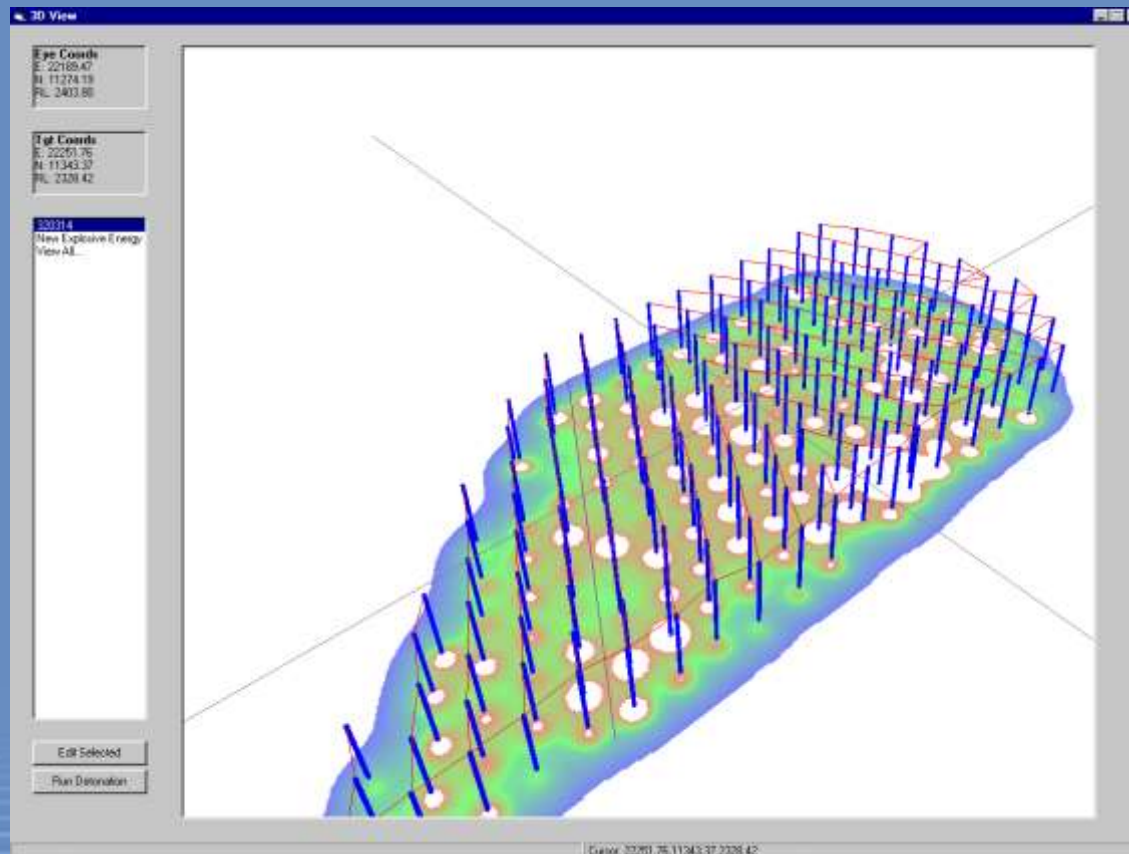
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



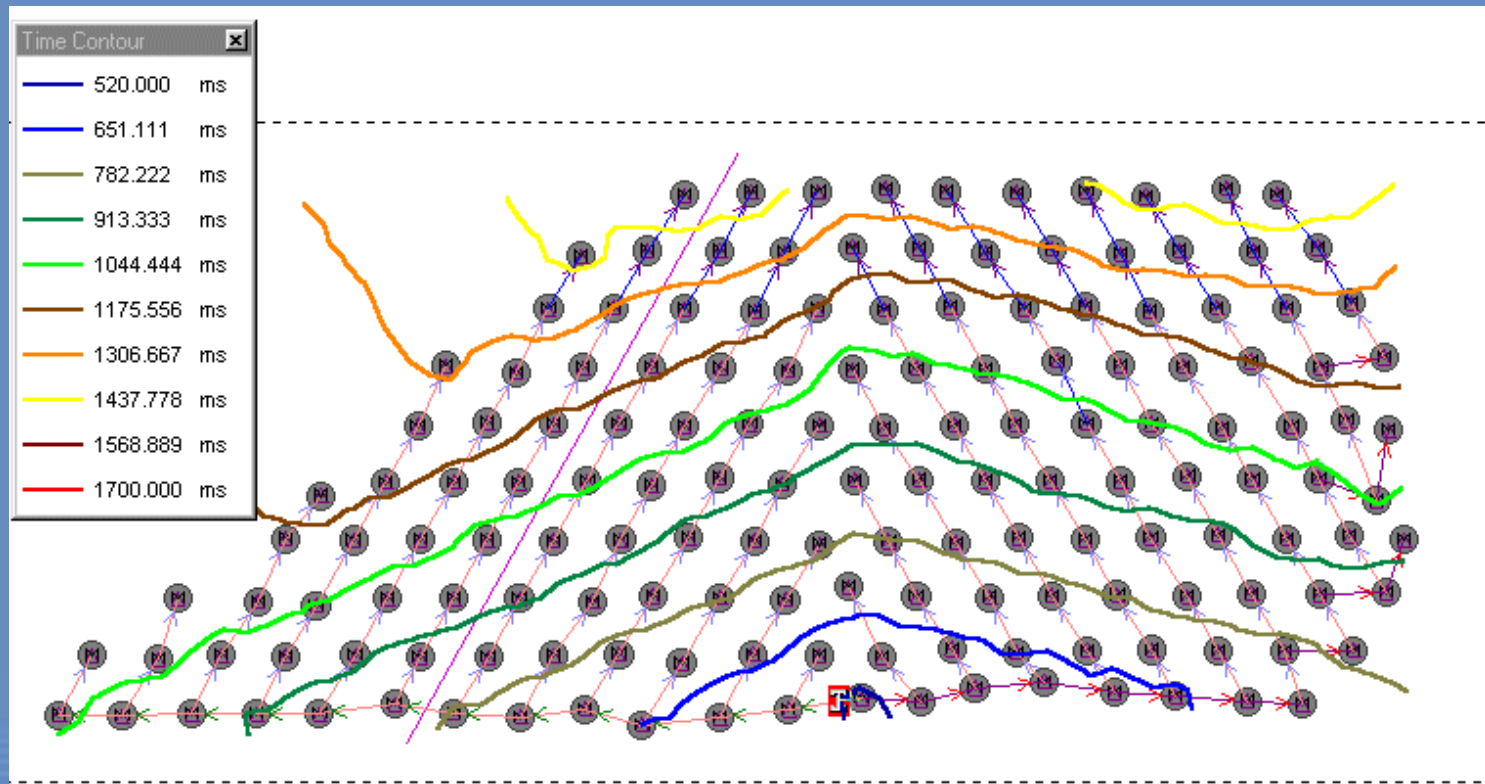
Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



Aplicaciones específicas comerciales

- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE VOLADURAS
 - JK SimBlast: **2D Bench** (Módulo Cielo Abierto)



Aplicaciones específicas comerciales

■ VENTILACIÓN

- VNETPC
- VENTSIM

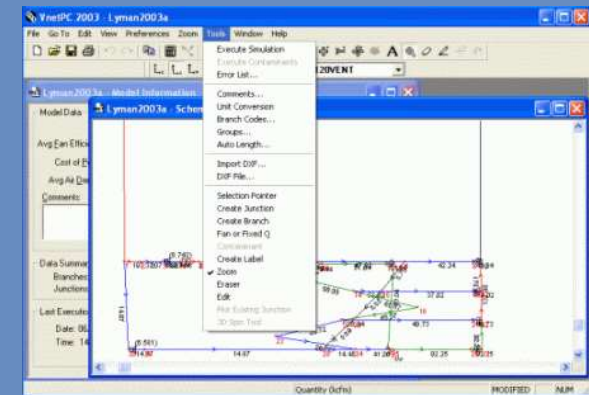
www.mvsengineering.com

www.ventsim.com

■ GEOTECNIA

- SWEDGE...
- UNWEDGE
- FLAC 3D

www.rocscience.com



FLAC3D 3.10

©2006 Itasca Consulting Group, Inc.

Settings: Model Perspective
10:51:24 Mon Jan 11, 2010

Center:	Rotation:
X: 8.847e+001	X: 20.000
Y: 7.556e+001	Y: 0.000
Z: 7.714e+001	Z: 30.000
Dist: 7.800e+002	Mag: 1.95
	Ang: 22.500

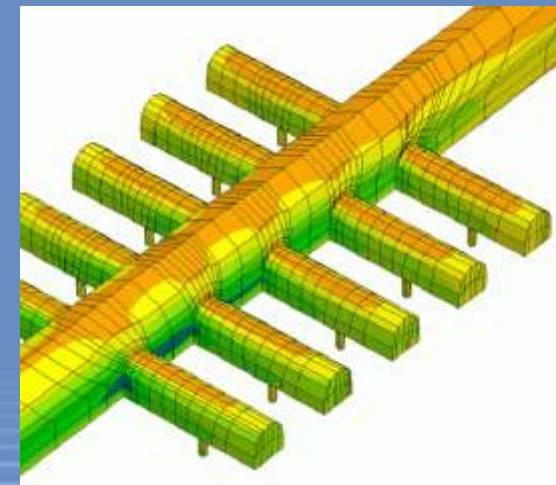
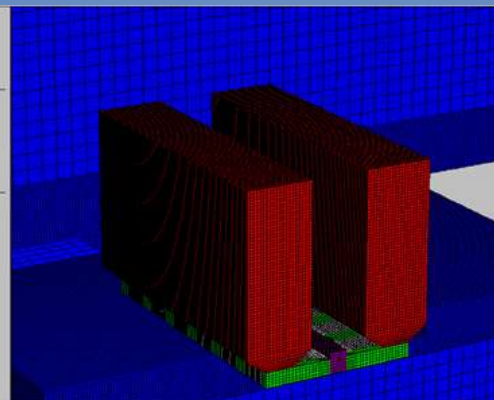
Surface

Magfac = 0.000e+000
Live & unassigned mech zones shown

Block Group

Live & unassigned mech zones shown

rec	
camaras	
plares	
gal	



Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA

- CATERPILLAR
 - FPC (Fleet Production & Cost Analysis)
 - DOZSIM
 - CYCLE TIMER PROGRAM
- ATLAS COPCO
 - Diarot
 - Tunnel Manager Lite
- SANDVIK
 - i-SURE

Aplicaciones específicas de proveedores

- **MAQUINARIA** **FPC (Fleet Production & Cost Analysis)**



Aplicaciones específicas de proveedores

- **MAQUINARIA** **FPC (Fleet Production & Cost Analysis)**
 - Programa diseñado para estimar la productividad, el coste y el tiempo requerido para una amplia variedad de movimientos de tierras y otras flotas de maquinaria, para uno o varios trayectos.
 - Por flota se entiende el conjunto de equipos de carga y transporte, además de otra maquinaria auxiliar.
 - El coste de manipulación del material será la suma de los costes de cada una de las máquinas consideradas.
 - El trayecto se define como el conjunto de condiciones de transporte por las cuales un material se transfiere de un lugar a otro. Las variables consideradas son: distancia, resistencia a la rodadura, pendientes, restricciones de paso...
 - FPC es útil para COMPARAR y ESTIMAR parámetros, para una misma flota en condiciones diferentes o para varias configuraciones de flota en unas determinadas condiciones.

Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA FPC (Fleet Production & Cost Analysis)

FPC - [Untitled1.fpc... Course: None Fleet: None]

File Edit View Window Tools Help

Project | Fleet Input | Haul Roads | Select | Production and Cost | Slide Shows

Job Name:

Description:

Prepared For:

Prepared By:

Study Date:

Shift efficiency for TMPH/TKPH calculations
(Sched hrs per shift / shift length in hrs) %

Units of Measure

Metric English

Production measured by

Weight Volume

Decimal Format

U.S. European

Currency Symbol:

Default Inputs

Sched Hrs per:

Bunching:

Operator efficiency by:

Haul distance Value %

Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA FPC (Fleet Production & Cost Analysis)

FPC - [Untitled1.fpc... Course: None Fleet: FLEET1]

File Edit View Window Tools Help

Project **Fleet Input** Haul Roads Select Production and Cost Slide Shows

Fleet

Fleet Name:

Description:

Haulers

Qty	Hauler Name

Add Hauler Delete Hauler

Save as Customized Hauler

Add New Fleet Delete this Fleet

Hauler Data

Quantity:

Model:

Machine Code:

Identifier (opt.):

Tire Size:

Tire Type: ...

Speed Correction:

Altitude Correction:

Empty Weight: lbs

Tmph Limit (opt): ...

Payload Index: lbs

Body Volume: CY

Hourly Cost: \$ per Hr.

Availability: %

Select Loader...

Support Equipment

Qty	Model	Hourly Cost	Avail \ Utilization

Add Support

Select Support

Delete Support

Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA FPC (Fleet Production & Cost Analysis)

FPC - [Untitled1.fpc... Course: COURSE1 Fleet: None]

File Edit View Window Tools Help

Project | Fleet Input | **Haul Roads** | Select | Production and Cost | Slide Shows

Course Data

Name:

Description:

Passing Allowed:

Material Data

Loose Density: lbs per LCY

Bank Density: lbs per BCY

Quantity: Tons

Segment Data

Haul Return feet

	Distance feet	Rolling Resistance %	Grade %	mph Limit
*				

Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA DOZSIM



Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA

DOZSIM

- Programa diseñado para la estimación de la productividad y el coste de operación de los tractores de orugas.
 - Datos de Entrada:
 - Modelo de tractor.
 - Tipo de hoja de empuje.
 - Caja de cambios.
 - Disponibilidad.
 - Sobrepeso.
 - Coste/hora/máquina.
 - Tipo de material.
 - Excavabilidad.
 - Factores de penalización: Altitud, Visibilidad, Eficiencia, Destreza,...
 - Distancia media de empuje.
 - Ángulo medio de empuje.
 - Volumen a mover (en banco y suelto).
 - Datos de salida: Productividad y coste, horarios y totales, tanto en material en banco como en suelto

Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA DOZSIM

DOZSIM Quick-Calc Untitled

File Preferences Pit Model Help

Machine Properties

Select Machine:

Shoe Width: mm

Blade:

Capacity - m³: 0,0

Dual Tilt: Yes No

%Avail: 100%

Weight: +15%

Cost/Hr: \$250

25% -15% \$1

100% 0 kg \$1

Material Properties

Density / Swell: Select Calculated

Loose: kg/LCM Bank: kg/BCM Swell: %

0 0 0

Dozability: Factor: 1,00

Easy Hard

Input Values

Average Push Distance: 15 m 457 m Meters 15

Average Push Slope: -29 deg 29 deg Deg 0

Volumes

Bank Moved: m³

Loose Moved: m³

Slot Dozing

Output Values

Gear: Fwd Rev

Productivity: Bank m/hr \$/m

Loose m/hr \$/m

Totals: Hours Cost

Print

Exit

Derating Factors

Altitude: Meters 0 4,572 m

Visibility: Factor: 1

Poor Excellent

Job Efficiency: Percent 100

0 Min 60 Min/Hr 60 Min

Skill Level: Factor: 1,00

Poor Excellent

Disclaimer

Due to the many variables involved and the consequent possibility of inadvertent errors or omissions in preparing reports of this character, neither Caterpillar Inc. nor the dealer can or does represent or warrant, expressly or implicitly, either the accuracy of this report or that the Caterpillar equipment referred to in the report will in fact achieve the performance indicated on the job to which the report relates.

Caterpillar 2003 Caterpillar Inc.
All Rights Reserved

CATERPILLAR®

DOZSIM Quick-Calc nov 22, 2010 Untitled

TRACK-TYPE TRACTORS DIVISION

Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA

CYCLE TIMER PROGRAM



Aplicaciones específicas de proveedores

■ MAQUINARIA

CYCLE TIMER PROGRAM

- Programa desarrollado para llevar un registro de las tareas de la flota de maquinaria de una determinada operación.
- Permite registrar cada una de las fases:
- Excavación/empuje con tractor.
- Tiempo de carga de volquetes.
- Tiempo de acarreo con uno o varios volquetes.
- Trabajos sin equipos de carga: ejecución de zanjas, p.ej.
- El programa nos indica los valores medios para cada una de las fases, indicando asimismo las producciones en cada una.
- Los datos de salida los muestra en forma numérica o gráfica.

Aplicaciones específicas de proveedores

■ VIBRACIONES

- Blastware (INSTANTEL)
- VibrationMeter (ZEB)

■ VOLADURAS

- BlastMetrix www.3gsm.at
- DT2D Detonadores electrónicos
- ShotPlus Detonadores electrónicos
- MicroTrap (MREL) Velocidad de detonación
- GasVision (Dräger) Medición de gases

Aplicaciones específicas de proveedores

■ VIBRACIONES

– BlastMetrix

- Herramienta para realizar digitalizaciones en 3D del frente de voladura y poder así tener un conocimiento más preciso del banco a volar. Esto hace que se puedan adaptar los parámetros de voladura de manera más precisa, reduciendo el riesgo de proyecciones, vibraciones y onda aérea.
- Las medidas tridimensionales se logran a partir de la adquisición de fotografías referenciadas, que por medio de un software específico se la visión estereoscópica de las mismas.
- Las fotografías se toman con una cámara reflex digital estándar (12Mpx)
- Una vez obtenida la imagen 3D se pueden obtener las características del banco y los parámetros de voladura óptimos.

Aplicaciones específicas de proveedores

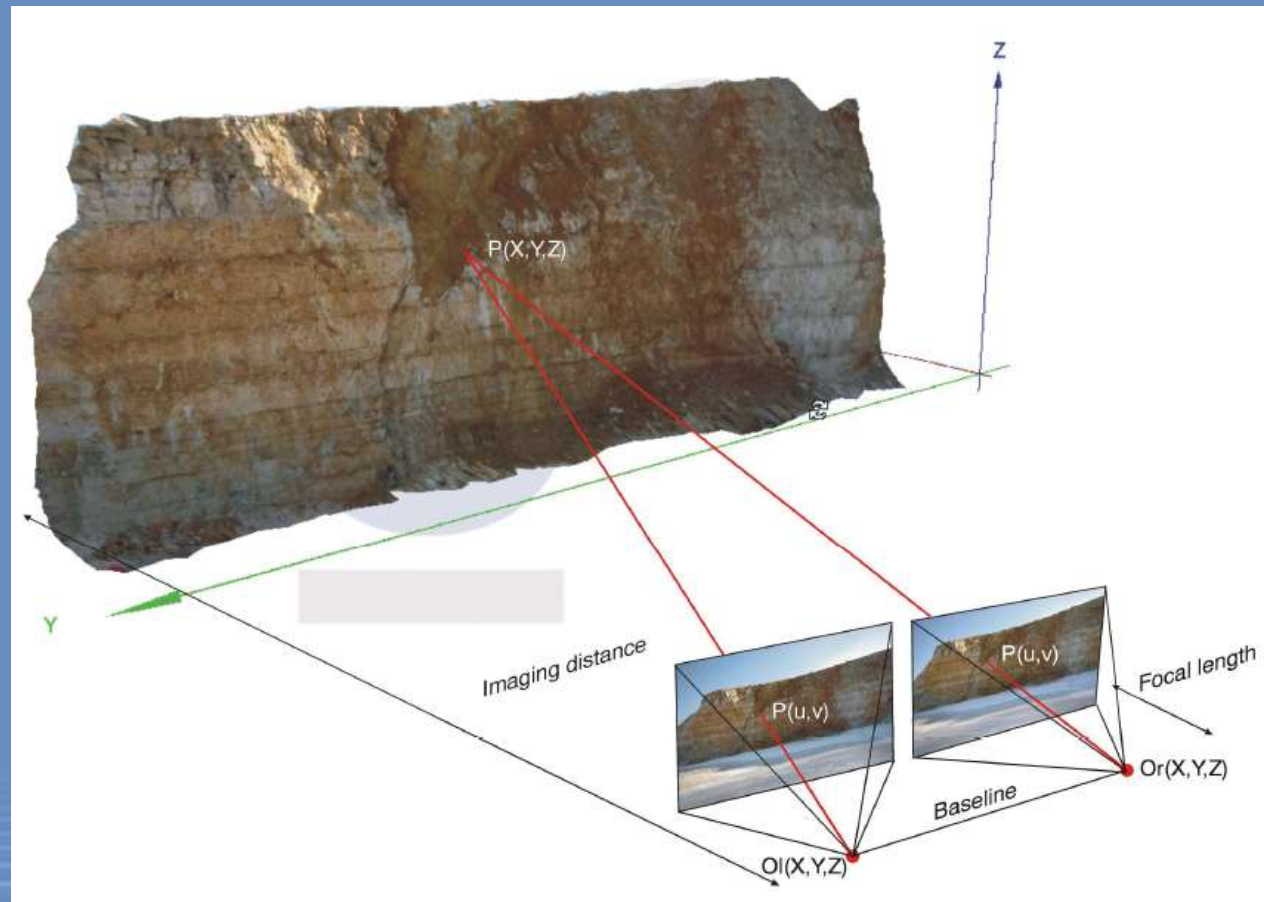
■ VIBRACIONES

– BlastMetrix

- Los parámetros obtenidos son:
 - Geometría básica del frente del banco de voladura: Altura, anchura y ángulo de inclinación
 - Ángulo de perforación óptimo en función de la inclinación del banco.
 - Perfil de la sección a volar para cada uno de los barrenos.
 - Diagrama de piedra mínima para cada barreno
 - Información de la piedra para todo el frente de voladura.
 - Patrón de voladura
 - Imagen 3D real.

Aplicaciones específicas de proveedores

- VIBRACIONES
 - BlastMetrix



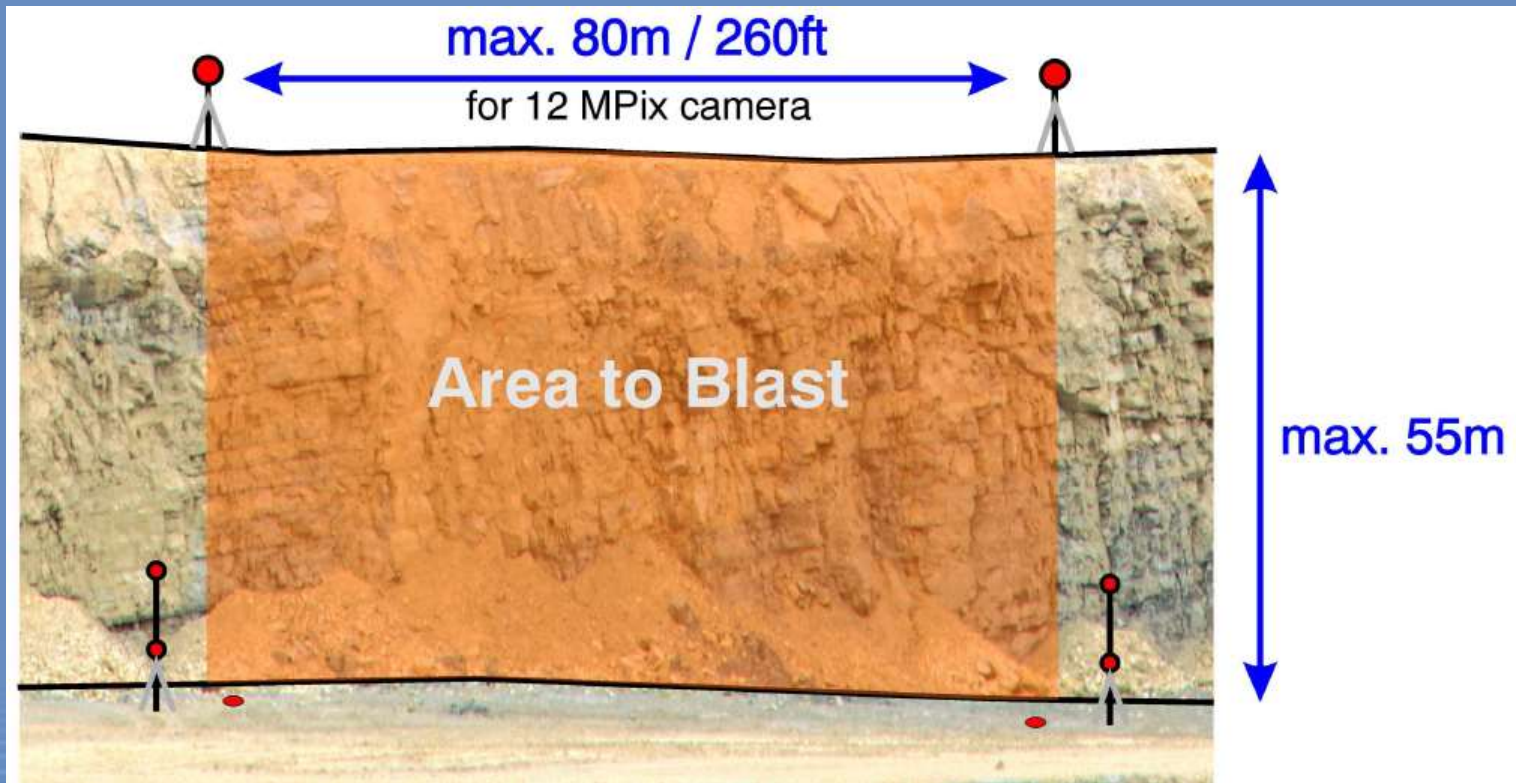
Aplicaciones específicas de proveedores

- **VIBRACIONES**
 - **BlastMetrix**



Aplicaciones específicas de proveedores

- VIBRACIONES
 - BlastMetrix

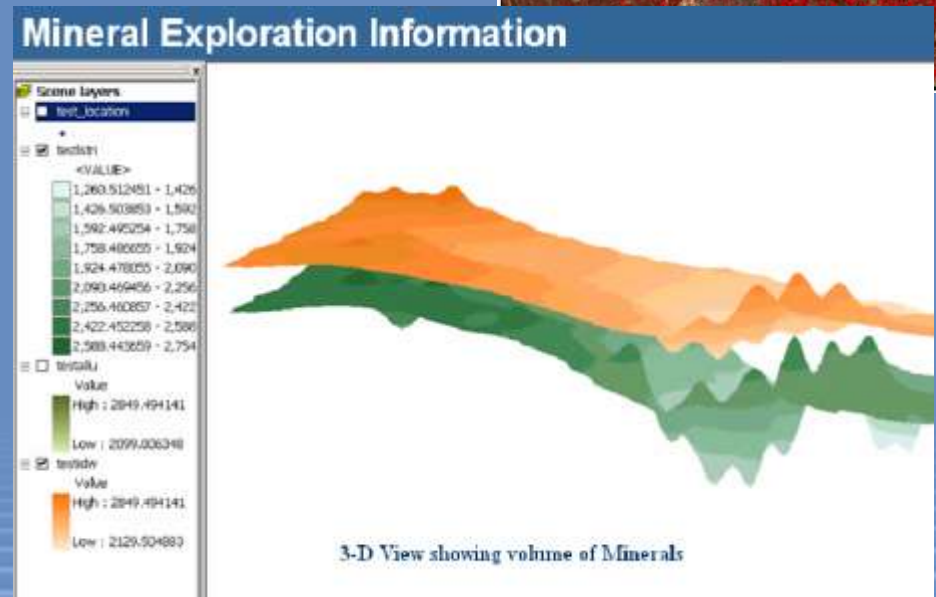
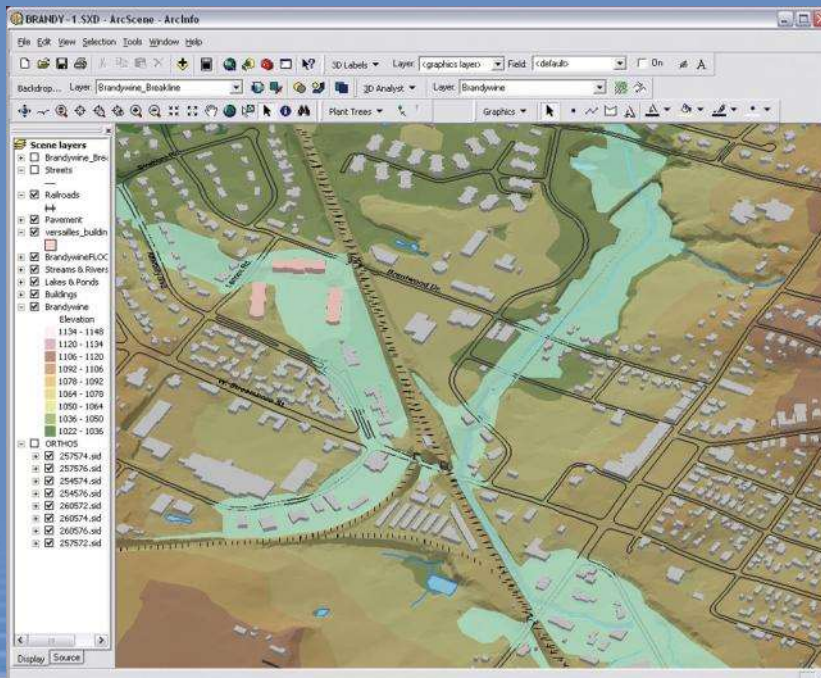


Sistemas de Información Geográfica SIG

- Un **Sistema de Información Geográfica** (SIG o GIS, en su acrónimo inglés [Geographic Information System]) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.
- El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

Sistemas de Información Geográfica SIG

- Sistemas de Información geográfica:
 - ArcGIS www.esri.com
 - Autodesk Map www.autodesk.com



Sistemas ERP

- **Sistemas ERP** (Enterprise Resource Planning)
 - Son sistemas de gestión de información que integran y automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa.
 - Están compuestos por herramientas que integran diferentes procesos: producción, ventas, compras, logística, contabilidad, gestión de proyectos, inventarios y control de almacenes, pedidos, nóminas, etc.
 - Son sistemas **Integrales**, **Modulares** y **Adaptables**.
 - Permiten reflejar una trazabilidad en el proceso productivo.

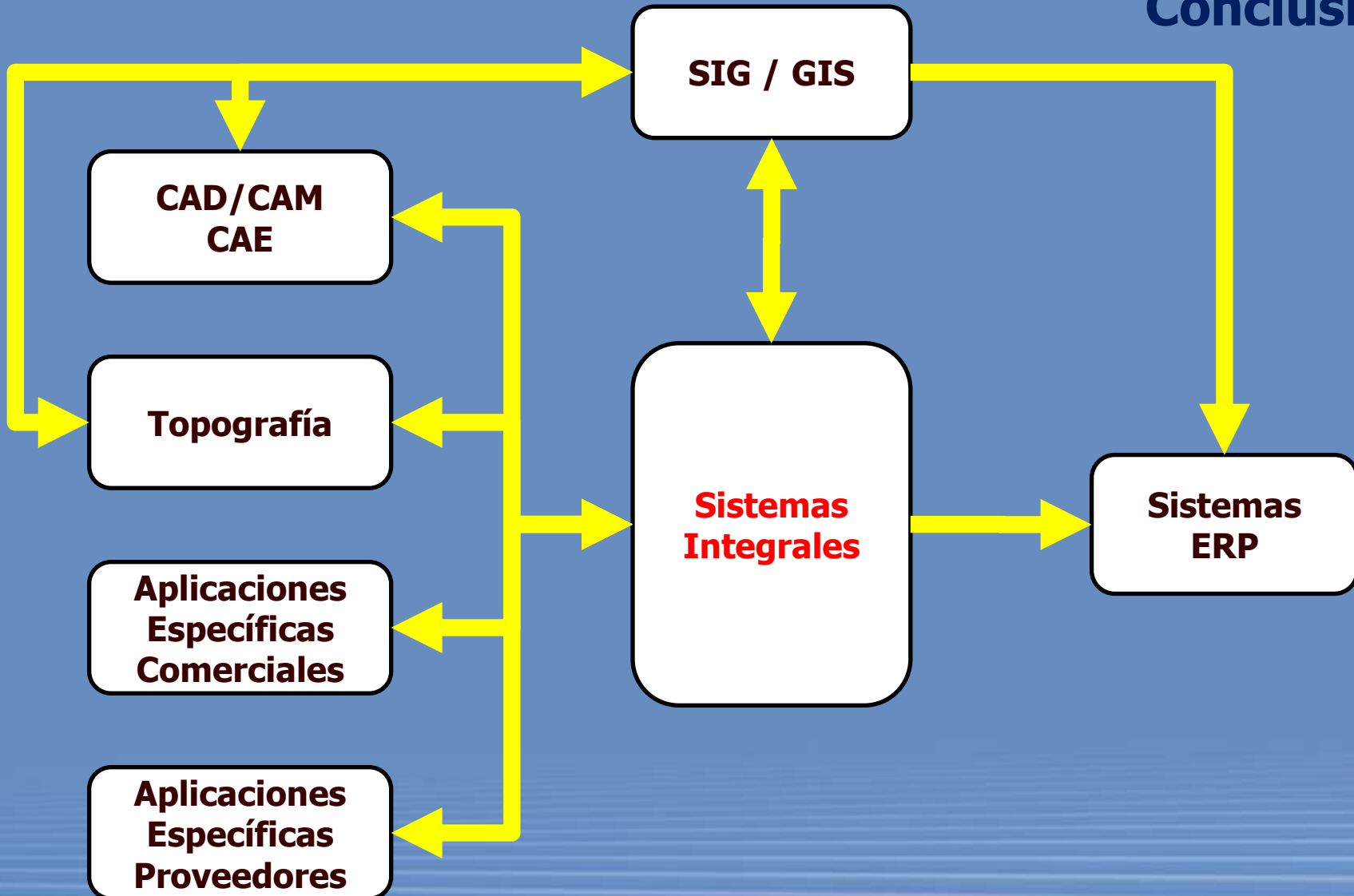
- Ejemplos de Sistemas: **SAP**, **ORACLE**, ...



Sistemas ERP

- **Sistemas ERP** (Enterprise Resource Planning)
 - **Ventajas**
 - Integra en un único sistema todos los procesos de negocio.
 - Información disponible todo el tiempo para toda la empresa.
 - Mejor control de la calidad.
 - Sistema personalizable.
 - Seguridad Integrada.
 - **Desventajas**
 - Necesidad de políticas empresariales bien definidas.
 - Sistema rígido, una vez implantado.
 - Formación del personal.
 - Coste.

Conclusiones



PAQUETES DE SOFTWARE Y APLICACIONES INFORMÁTICAS DE UTILIZACIÓN EN MINERÍA

Jorge Castilla Gómez - Juan Herrera Herbert

**Department of Mining and Underground Excavations.
Madrid School of Mines
Technical University of Madrid**

