



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Departamento de Explotación de Minas y Metalurgia

## **Lineamientos básicos para la incorporación de un software especializado en el proceso de enseñanza- aprendizaje en la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia**

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERA DE MINAS Y METALURGISTA**

EN LA MODALIDAD SERVICIO SOCIAL

PRESENTA

**VERÓNICA RUÍZ GUTIÉRREZ**

Director de Tesina

M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa

Ciudad Universitaria, México 2012



## Índice

|  |      |
|--|------|
| Resumen .....  | V    |
| Introducción .....   | VIII |
| Objetivos .....  | XI   |
| 1. Antecedentes.....   | 1    |
| 1.1 Tipos de Softwares .....   | 1    |
| 1.2 Descripción de softwares de aplicación .....   | 3    |
| 1.3 Antecedentes de su aplicación en la academia .....                                       | 7    |
| 2. Catálogo de aplicaciones tipo CAD utilizadas en la industria minera.....                  | 8    |
| 2.1 Descripción de productos.....  | 8    |
| 2.2 Factibilidad de convenios “Empresa – Universidad” .....                                  | 16   |
| 2.3 Soporte Técnico.....   | 18   |
| 3. Diseño del plan de acción para la incorporación del software especializado tipo CAD ..... | 19   |
| 3.1 Creación del Servicio Social Universitario .....   | 20   |
| 3.2 Análisis de la aplicación instalada .....  | 22   |
| 3.2.1 Investigación preliminar .....   | 22   |
| 3.2.2 Características del software instalado.....  | 27   |
| 3.2.3 Alcances del software instalado.....   | 30   |
| 3.3 Programa de capacitación.....  | 36   |
| 3.3.1 Capacitación proporcionada por la empresa .....  | 36   |
| 3.3.2 Prácticas profesionales para capacitación .....  | 40   |
| 3.3.3 Capacitación proporcionada a los alumnos .....   | 45   |
| 3.4 Elaboración de paquetes didácticos .....   | 49   |
| 3.4.1 Revisión del plan de estudios vigente y su aplicación al nuevo plan .....              | 49   |
| 3.4.2 Plan de desarrollo didáctico.....  | 51   |
| 3.5 Campaña de difusión .....  | 54   |
| 4. Nuevos campos de aplicación .....   | 56   |
| Conclusiones y Recomendaciones .....   | 60   |
| Referencias .....  | 62   |
| Glosario.....  | 64   |
| Anexo 1 Hoja de registro del Servicio Social Universitario.....                              | 66   |

|   |    |
|---|----|
| Anexo 2 Reportes de Servicio Social Universitario ..... | 68 |
|---|----|

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura N° 1 Etapas del proyecto integral del Servicio Social Universitario con clave 2011-12 / 81-1799 .....      | X  |
| Figura N° 2 Clasificación de software.....  | 2  |
| Figura N° 3 Distribución de componentes del software.....   | 3  |
| Figura N° 4 Diagrama de plan de acción para la primera etapa del proyecto.....                                    | 20 |
| Figura N° 5 Donación de licencias del software “Datamine Studio 3”.....   | 21 |
| Figura N° 6 Software de aplicación básico “Qcad” .....  | 23 |
| Figura N° 7 Software de aplicación general “Autocad 2012” .....   | 23 |
| Figura N° 8 Software de aplicación específico “GIS ObjectLand 2.6.5” .....  | 24 |
| Figura N° 9 Diseños presentados en Wireframe .....  | 25 |
| Figura N° 10 Modelado en malla .....  | 25 |
| Figura N° 11 Diseño presentado en sólido.....   | 26 |
| Figura N° 12 Áreas de clasificación de los productos de CAE Mining .....  | 28 |
| Figura N° 13 Clasificación de subprocesos realizados por el software CAE Studio 3 .....                           | 31 |
| Figura N° 14 Capacitación para profesores y alumnos.....  | 39 |
| Figura N° 15 Áreas en las que se encuentra dividido el departamento de Planeación, de la Cia. Minera Peñoles..... | 40 |
| Figura N° 16 Interfaz de “Terramodel” .....   | 42 |
| Figura N° 17 Detalle de las obras en “Autocad” .....  | 42 |
| Figura N° 18 Base de datos global de reservas .....   | 43 |
| Figura N° 19 Proyectos desarrollados en San Carlos Ramal 8 cargados en la base de datos global .....              | 45 |
| Figura N° 20 Desarrollo del “Paquete Didáctico” .....   | 52 |
| Figura N° 21 Estructura de las prácticas de laboratorio .....   | 53 |
| Figura N° 22 Ejemplo de boletines informativos “INOVA MINE” .....   | 55 |
| Figura N° 23 Modelo de ventilación en software “Ventsim” .....  | 57 |
| Figura N° 24 Reportaje acerca de la conferencia de maquetas tridimensionales .....                                | 58 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla N° 1 Módulos del software “Promine” .....                             | 10 |
| Tabla N° 2 Módulos del software “MineSight” .....                           | 11 |
| Tabla N° 3 Módulos del software “Vulcan” .....                              | 13 |
| Tabla N° 4 Módulos del software “Surpac” .....                              | 15 |
| Tabla N° 5 Herramientas principales en software CAD .....                   | 26 |
| Tabla N° 6 Módulo I del software “CAE Studio 3” .....                       | 34 |
| Tabla N° 7 Módulo II del software “CAE Studio 3” .....                      | 34 |
| Tabla N° 8 Módulo III y IV del software “CAE Studio 3” .....                | 35 |
| Tabla N° 9 Temario del Curso de Capacitación .....                          | 37 |
| Tabla N° 10 Lista de alumnos del primer curso de capacitación .....         | 46 |
| Tabla N° 11 Temario del primer curso de capacitación .....                  | 48 |
| Tabla N° 12 Programa de prácticas para el uso del software en minería ..... | 50 |

## Resumen

Hoy en día, resulta relevante que el Ingeniero de Minas y Metalurgista egresado de la Facultad de Ingeniería cuente con conocimientos relacionados con la evolución y el desarrollo de la tecnología, lo cual implica el dominio del software especializado para llevar a cabo la planeación y el diseño de la explotación de minas subterráneas o a cielo abierto.

Un software especializado o de aplicación es aquél capaz de llevar a cabo una o varias tareas específicas que solucionan o facilitan diversas actividades que suelen ser laboriosas.

En el área de ingeniería se utilizan principalmente dos tipos de aplicaciones: aquéllas que se dedican a las funciones de control y automatización industrial, conocidas también como software de control numérico (CAM) o aquéllas de diseño y/o arquitectura, conocidos como software de diseño asistido (CAD).

Estas aplicaciones comenzaron a utilizarse en la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra a partir de la primera mitad de los años ochenta<sup>1</sup> y a la fecha se siguen utilizando, sin embargo, no se usaban aquellas que incluyen las características de modelado geológico ni el diseño de sistemas de explotación, esto debido al alto costo de algunos softwares y la poca información que se tenía para la utilización de estas herramientas. Es por ello que la donación otorgada en el 2010 a la Facultad de Ingeniería y que consistió en 10 licencias del software CAD “**Datamine CAE Studio 3**”, fue de suma importancia para poder reactivar la enseñanza de este tipo de aplicaciones.

Para poder realizar las tareas necesarias para la incorporación del software en la carrera de Minas y Metalurgia, se decidió atraer recursos humanos dentro de la comunidad estudiantil, debido a su familiarización con los softwares tipo CAD, por lo que se creó un Servicio Social Universitario.

La implantación de cualquier herramienta tecnológica en los estudios de los alumnos es una tarea que lleva tiempo, por lo que dentro del servicio social se definió un proyecto

---

<sup>1</sup>En esta tesina todas las décadas citadas pertenecen al siglo pasado, por ejemplo, la década de los ochenta del siglo XX.

integral para la incorporación de estas aplicaciones, el cual tiene miras de planeación hasta el año 2017.

A lo largo de esta tesina, se describen las tareas que se realizaron durante la primera parte del Proyecto Integral del Servicio Social Universitario y cuyas principales actividades consistieron en definir las bases para poder implementar el uso de software donado dentro de la carga curricular de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, al igual que desarrollar material didáctico para la enseñanza de la aplicación del software.

Como primeros pasos para esta implantación, se realizó un análisis de las características de operación del software instalado en la facultad, con el fin de conocer sus alcances y definir las áreas que podrían ser favorecidas con estas herramientas.

La capacitación de las prestadoras del servicio social era fundamental, por lo que se realizaron dos tipos de entrenamiento, el primero proporcionado por la compañía distribuidora del software y realizado en las instalaciones de la facultad y la segunda realizada en una unidad minera de la compañía que donó el software.

Una vez recibida la capacitación se crearon grupos pilotos de alumnos que tomaron los cursos en los cuales se reprodujeron los conocimientos adquiridos. El material didáctico se fue creando a la par de los cursos de capacitación con el fin de que, en ellos se realizará un análisis final de resultados y conocer si las prácticas eran fáciles de llevar a cabo y que los alumnos las pudieran realizar de forma autodidáctica.

Para la elaboración del paquete didáctico, se ha tomado en cuenta el plan de estudios vigente de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, el fin de este paquete didáctico es que pueda ser incorporado a la carga curricular de la carrera en el próximo plan.

Se crearon, además, mecanismos de difusión, en los cuales se dieron a conocer los principales avances tecnológicos en el ámbito minero y, de igual forma, dar a conocer las actividades que se realizan como parte del servicio social.

En este trabajo se aborda la implantación de un software especializado en diseño para minería tipo CAD, sin embargo existen otros tipos de aplicaciones que pueden incluirse dentro de la carga curricular de los Ingenieros de Minas y Metalurgistas o simplemente conocer sus principales características de funcionamiento, pero esta labor necesita de la participación de toda la comunidad estudiantil y de docentes.

Las licencias que fueron donadas han expirado, pero ya se trabaja en la adquisición de un nuevo software de diseño, con el cual el paquete didáctico podrá ser concluido.

## Introducción

En los últimos años la demanda del nivel competitivo de los egresados, en materia de tecnología de la información, ha ido creciendo en prácticamente todas las profesiones como consecuencia de las necesidades y de la competitividad en el ámbito laboral.

Como parte del perfil del egresado de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, es de suma importancia contar con un conocimiento profundo de temas relacionados con la evolución y desarrollo de la tecnología, en donde se contempla el uso de software especializado para la planeación y el diseño de la explotación minera ya sea a cielo abierto o subterráneo (Ramírez, 2010)

Dentro de la carga curricular de los alumnos de las generaciones formadas con el plan vigente 2005, se encuentran asignaturas que proponen el uso de software como parte de la enseñanza académica, sin embargo, en la realidad, las dificultades académicas, docentes y administrativas llegan a imposibilitar o mermar dicho propósito.

Es por ello relevante crear un nuevo esquema de conexión entre la academia, la tecnología de la información y los alumnos de la carrera, logrando la incorporación del uso de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, las acciones presentadas en esta tesina definen los primeros pasos para lograr la implantación.

El uso de herramientas tecnológicas como los softwares especializados en diseño, resultan indispensable para la explotación minera. Con ellos en gran medida, se han simplificado tareas tales como:

- Modelación de yacimientos minerales
- Evaluación de bloques de mineral con reservas y leyes
- Diseño de obras subterráneas y superficiales
- Generación de plantillas de barrenación
- Diseño de sistemas de ventilación, etc.

Esta es una de las razones fundamentales que, como estudiante de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, impulsan a conocer todos los avances que existan referentes a estas herramientas y además tener la capacidad de poder utilizarlas.

El rápido desarrollo del software en la industria minera, crea constantemente una brecha entre las necesidades del mundo laboral y las herramientas con las que las universidades



cuentan. Como una respuesta a esta problemática, en octubre del 2010 la compañía minera Peñoles S.A de C.V. donó una serie de licencias del software de diseño que utilizan en sus operaciones. Los responsables de la carrera realizaron diversas acciones al recibir la donación y una de las iniciales consistió en la creación del programa de Servicio Social Universitario titulado **“Investigación y desarrollo de material didáctico enfocado a la aplicación de nuevas tecnologías de softwares utilizados en la industria minera”**, con clave **2011-12 / 81-1799** buscando, en un principio, obtener el máximo provecho del donativo de licencias de software especializado en minería.

El punto focal de dicho servicio social consiste en generar un acercamiento integral entre la comunidad estudiantil de la carrera de Minas y Metalurgia y el software especializado, a través de la creación e incorporación de un esquema de enseñanza-aprendizaje lo suficientemente sólido para que pueda ser reproducido a través de las siguientes generaciones.

Para generar esta incorporación se plantea un Proyecto Integral del Servicio Social Universitario de mediano a largo alcance el cual se divide en varias etapas (ver Figura N° 1) las que serán cubiertas con la participación de distintos alumnos prestadores de servicio social. Su objetivo global, además de la incorporación de cualquier software especializado en minería dentro del proceso de enseñanza–aprendizaje, es incluirlo dentro de la carga curricular de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

En esta tesina se abordan las acciones de apoyo al servicio social y los resultados obtenidos sólo en la primera fase del proyecto, dejando en claro que en esta etapa se trabajo con un software de diseño tipo CAD, debido a las características del programa donado. Pero este proyecto es más ambicioso y tiene un horizonte de planeación al 2017 y con la posibilidad de utilizar otros tipos de software especializados.

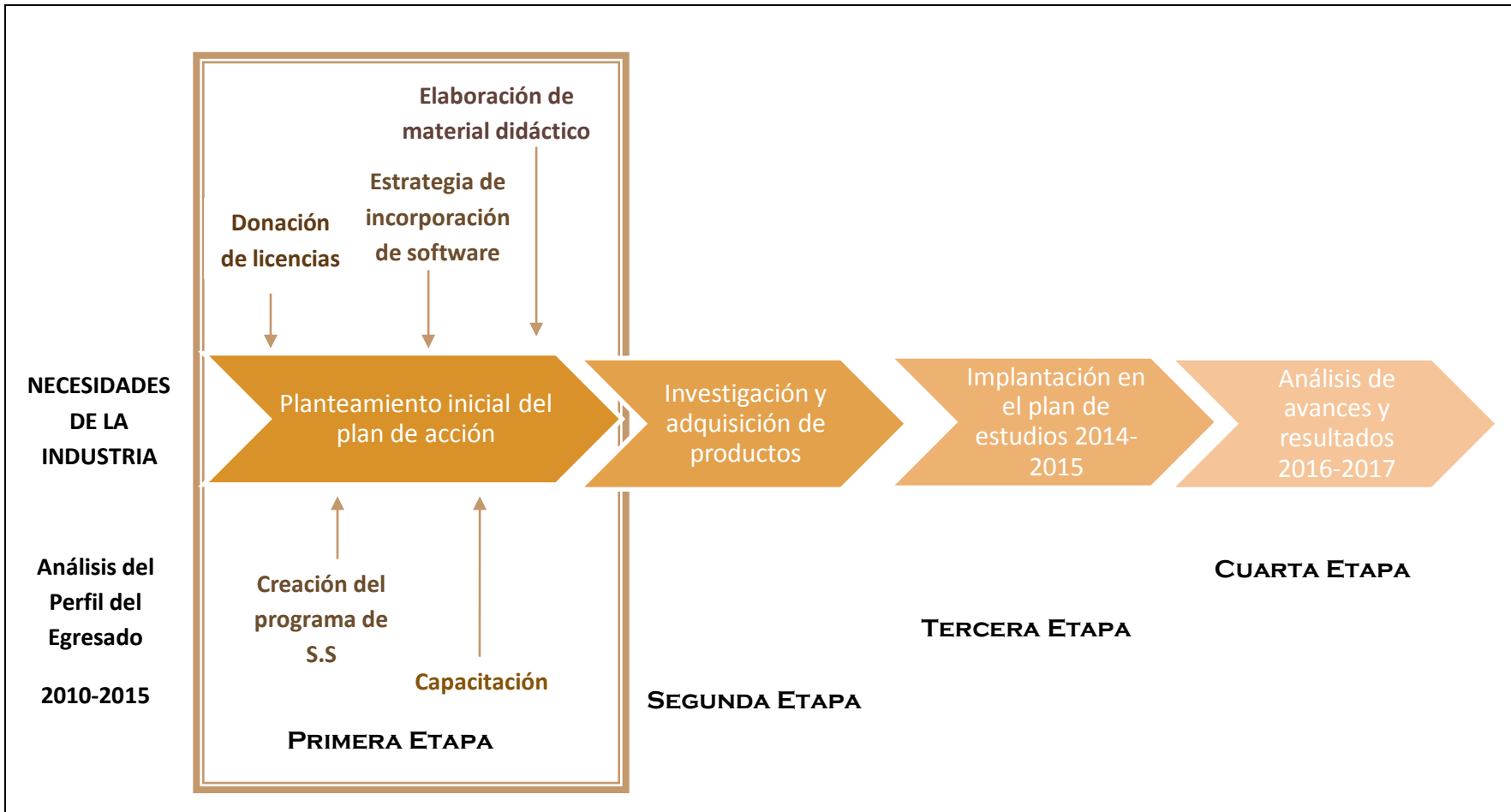


Figura N° 1 Etapas del proyecto integral del Servicio Social Universitario con clave 2011-12 / 81-1799

## Objetivos

El objetivo de esta tesina es describir las acciones realizadas en la primera fase del proyecto del servicio social universitario, las cuales consistieron en definir los lineamientos básicos para la incorporación del software especializado en diseño dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

Además de iniciar esta incorporación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, se trabaja en la elaboración de material didáctico para lograr una implantación integral.

En este trabajo escrito se dan a conocer los elementos utilizados para la integración de la enseñanza de nuevas tecnologías de software en la carga curricular de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia posibilitando una formación integral del alumno, la cual deberá ser evaluada y conocer si cubre con las necesidades del sector minero.

Posteriormente, y con base en los avances que se fueron realizando dentro del proyecto, se fueron definiendo y detallando los siguientes:

Objetivos específicos:

- Entender los principios del software de aplicación, de dónde surge y cómo se inserta en las necesidades del sector minero-metalúrgico.
- Investigar las herramientas tecnológicas más utilizadas en la industria minero-metalúrgica.
- Analizar las características del software de aplicación donado a la facultad con el fin de conocer sus alcances y aplicaciones.
- Organizar e impartir cursos cortos con base en la capacitación recibida.
- Difundir el alcance de los productos a través de artículos especializados y de actualidad.
- Definir los lineamientos básicos para la incorporación de la enseñanza del software en los planes y programas de estudios de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgista.
- Desarrollar un programa de capacitación que incorpore estas herramientas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 1. Antecedentes

En el mercado existen infinidad de softwares especializados que pueden o son utilizados en la minería, este trabajo se basa en las características presentes en el software que fue entregado a la Facultad de Ingeniería, las cuales definen a un programa tipo CAD de diseño.

Dentro de este capítulo se presentan, de manera general, las características de un software de aplicación con el fin de poder entender cuáles son sus funciones de operación principales.

### 1.1 Tipos de Softwares

Un sistema de computación está constituido principalmente por un hardware y un software, los cuales contribuyen a la operación y control del sistema.

El hardware lo componen las unidades del sistema computacional, tales como su o sus procesadores, los dispositivos de entrada y salida, los dispositivos de almacenamiento y las conexiones de comunicación por citar los más relevantes.

Por otra parte, el software consiste en todos aquellos programas de instrucciones en el lenguaje de una máquina y los datos que serán interpretados por el hardware. Es decir, son los algoritmos y datos necesarios para la resolución de problemas específicos.

Los programas o softwares son intangibles, puesto que no presentan masa, volumen, color, etc. Se componen de un código fuente en el cuál el hardware lo traduce generando la imagen estática o dinámica que aparece en la pantalla de la computadora. Un software no se deteriora con el paso del tiempo, como es el caso del equipo, sus daños son consecuencia de los errores de diseño o de programación.

Para que una computadora pueda trabajar correctamente, requiere de diversos softwares enfocados a distintas tareas como por ejemplo, compiladores, ensambladores, cargadores, editores de enlace, sistemas de administración de bases de datos, sistemas de comunicación, sistemas operativos y programas de aplicación.

Al inicio, los vendedores de equipo ofrecían hardware y software conjuntamente, lo que repercutió en la protesta de diversas compañías que se dedicaban a la fabricación y venta de programas computacionales (Fairley, 1992). Es por ello que años después, se genera

una separación en su venta, y los distintos compiladores y paquetes de aplicaciones o similares se comienzan a rentar o comprar por separado.

Debido a la gran cantidad de software que una computadora necesita para que satisfaga nuestras necesidades, desde la década de los años setenta se ha dirigido una gran atención a la tecnología de desarrollo de software, y conforme es mayor el alcance de los dispositivos, estos programas se vuelven más complejos y con mayor repercusión en la sociedad.

Para que un programa cuente con la calidad adecuada, es importante que cumpla con especificaciones tales como la transferencia del producto a diversas máquinas o bien el uso eficiente de la memoria. También son importantes otros aspectos como la claridad, confiabilidad, eficiencia, economía y utilidad, siendo este último uno de los más relevantes pues de ello dependerá en gran medida el grado de satisfacción de los usuarios.

En el mercado existe una gran variedad de software a la venta y estos generalmente siguen una clasificación común dependiendo de la finalidad del programa. Es así como se pueden encontrar dos tipos de software; software de sistema y software de aplicación, los cuales a su vez se pueden subdividir como lo muestra la Figura N° 2

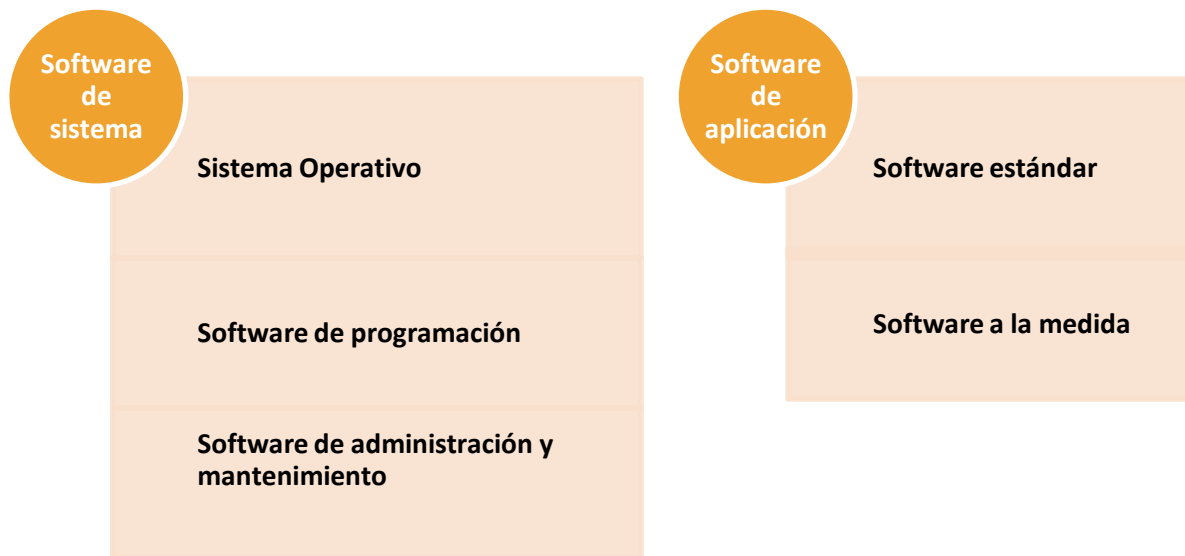


Figura N° 2 Clasificación de software

Esta clasificación se basa, como ya se mencionó, en la funcionalidad de cada programa, no obstante que algunas veces se lleguen a catalogar en dos o más tipos de clasificaciones.

En la Figura N° 3 se representa, desde la perspectiva del usuario final, su interacción, directa o indirecta con los programas así como los responsables que intervienen en su creación.

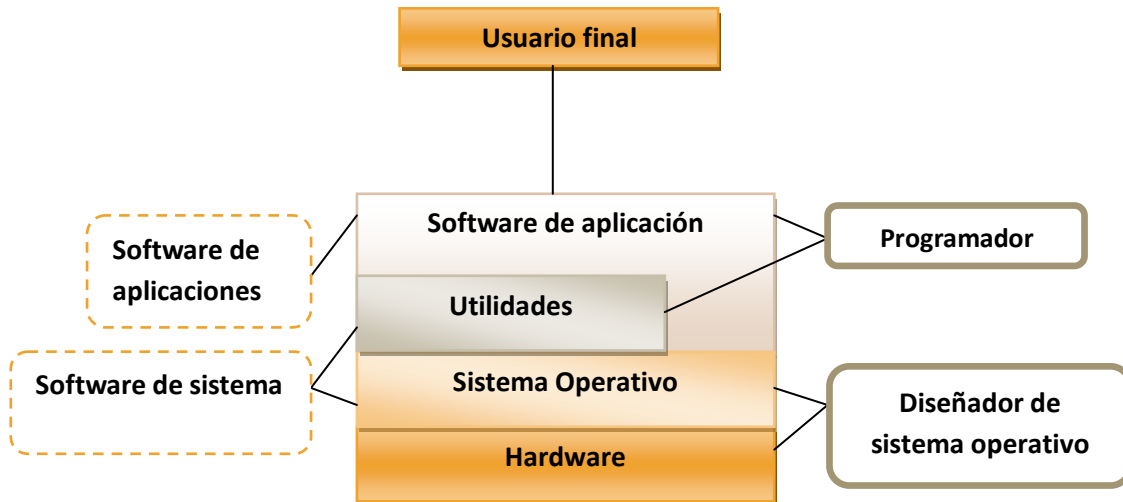


Figura N° 3 Distribución de componentes del software

Además de la clasificación de software en función de las tareas que realiza, existe otra clasificación basada en su método de distribución. De esta forma es como se encuentran los llamados “programas enlatados” que es el software desarrollado por compañías de diseño y vendido por distribuidores; el “freeware” o software de dominio público, que se ofrece sin costo alguno; el “shareware” que es similar al “freeware” pero suele incluir una pequeña cuota por los usuarios que lo utilicen profesionalmente; y el “vapourware” que es aquél software que no llega a presentarse en el mercado o que aparece mucho después de lo prometido.

## 1.2 Descripción de softwares de aplicación

Un software de aplicación es un programa o conjunto de programas capaces de llevar a cabo una o varias tareas específicas y pueden ser empleados por más de una organización en distintos campos o actividades. Este tipo de paquetes son susceptibles de ser modificados de acuerdo con las necesidades del usuario final y tienen la posibilidad de ser automatizados o requerir asistencia.

Un paquete de aplicaciones es instalado por el usuario de la computadora y ejecutado sobre el sistema operativo. Este tipo de herramientas solucionan o facilitan diversas tareas que suelen ser complicadas, tales como la redacción de documentos, la gestión de

almacenamiento de datos o la contabilidad de paquetes estadísticos por citar algunos ejemplos, en caso de realizarse directamente con programas de sistema.

El diseño de estos paquetes varía mucho y generalmente son vendidos o rentados por las compañías que ofrecen las computadoras o bien por industrias especializadas en diseño de software. El tipo de paquetes a la venta consta desde aplicaciones generales o, como también se les conoce, paquetes integrados de software (*suite*), los cuales se forman por diversas aplicaciones con una menor potencia <sup>2</sup> y lenguajes de nivel medio, como es el caso de programas de administración de base de datos, procesador de textos y hojas de cálculo, publicaciones electrónicas o programas para presentaciones.

De igual manera se encuentran a la venta aplicaciones específicas o desarrollos a la medida de las necesidades del usuario. En este caso, el lenguaje suele tener un mayor nivel es decir, una mayor potencia y mayor confiabilidad en la entrega de resultados.

Dentro de los paquetes de aplicación que se encuentran en el mercado se tienen los siguientes <sup>3</sup> :

- Aplicaciones ofimáticas <sup>4</sup> .- Aquellas que son utilizadas generalmente en oficinas y que incluyen procesador de textos, hoja de cálculo, programa para presentaciones entre otros. Algunos ejemplos de estos programas son AppleWorks, Microsoft Office, OpenOffice, IBM/Lotus SmartSuite.
- Software de gestión empresarial.- Enfocados al soporte de cualquier segmento de la empresa, tales como bases de datos de clientes, nómina, contabilidad, terminal de punto de venta, manejo de inventarios, de gestión central, etc. Algunos ejemplos de estos programas son Aspel, SAP, Oracle, Neodata. Cuando estos programas se consolidan en un administrador central, se le conoce como Sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*)
- Software de dibujo.- Como su nombre lo dice, están dedicados a la producción de imágenes. Algunos ejemplos son Photoshop, Paint, Corel Draw, Frenad, Ilustrador, Designery Canvas.

---

<sup>2</sup> Potencia en el lenguaje informático se refiere a la capacidad para ejecutar algo o producir un efecto.

<sup>3</sup> Los distintos tipos de software mencionados no están descritos con base en una clasificación regulada, pero es una manera fácil de definirlos, dependiendo del área en la que son utilizados y las tareas que estos realizan.

<sup>4</sup> Acrón. de *oficina e informática*. Su significado refiere a la automatización, mediante sistemas electrónicos, de las comunicaciones y procesos administrativos en las oficinas. Fuente: Diccionario de la Lengua Española (RAE).

- Software de animación y modelado en 3D.- Este tipo de paquetes crean una perspectiva de los datos con aspectos más realistas. Se pueden crear escenarios impactantes y moverse a través de ellos. Algunos ejemplos son Descreet de Autodesk, ED de Stratavision, Logomotion e Infini-D de Specular, Wavefront de Alias, Softimage de Avid y Truespace de Daligari.
- Software de edición de imagen.- Ideales para manipular imágenes digitales, para eliminar fallas como la sobre exposición, la baja exposición, falta de contraste, ruido en la imagen, efecto de ojos rojos entre otros. Algunos ejemplos son Adobe Photoshop, PhotoScape, Adobe Illustrator, Inkscape, GIMP, Magic Photo Editor.
- Software de edición de video.- Permite añadir efectos especiales, títulos, mezclar pistas de sonido y guardar el producto final como un archivo digital. Algunos ejemplos son VideoShop, Media100, VideoMachine, Premiere, Media Studio, Pinacle.
- Software de edición de audio.- Capaz de manipular audio digital, por ejemplo Acoustica, Amadeus Pro, Ardour, Audacity, Audio Editor Gold, Audition, Creative Wavestudio, Sound Forge.
- Programas de ingeniería y ciencias.- Estos programas principalmente se dedican a resolver cálculos matemáticos mientras que otros están enfocados a ramas más técnicas. Algunos ejemplos son MATLAB, MAPLE, SCILA, etc. Dentro de esta rama de software se encuentran dos clasificaciones que son:
  - Aplicaciones de control de sistemas y automatización industrial, conocido también como software de control numérico (CAM)
  - Software de diseño y/o arquitectura o software de diseño asistido (CAD).

En el área de minería, los tipos de software que se utilizan en la actualidad son de tipo CAD-CAM. La característica fundamental de estos sistemas, CAD (del inglés "Computer Aided Design" - dibujo asistido por computadora) y CAM (del inglés "Computer Aided Mechanization" - mecanización asistida por computadora) es que cuentan con una gran capacidad de cálculo y, sobre todo, con subsistemas gráficos de alto desempeño.

Este tipo de software proporciona las herramientas necesarias para desarrollar trabajos técnicos de forma eficiente. La clave fundamental de los sistemas CAD son las herramientas que permiten la creación y manipulación interactiva del modelo que se está diseñando.



Existe cierta confusión cuando se asocia el concepto de CAD tanto con el dibujo como con el diseño asistido por computadora. Hay numerosos programas de dibujo como el Corel DRAW, los cuales son buenos programas de dibujo pero que no son CAD propiamente dichos.

Para poder entender cuál es la característica que define a los programas CAD, es necesario saber que se encuentra inmerso dentro del marco CIM (del inglés "Computer Integrated Manufacturing")<sup>5</sup>. Sobre esta consideración, se establece la frontera que delimita el carácter definitorio entre los programas de dibujo y los programas CAD. Si la información del dibujo tiene que transferirse a otro programa con la finalidad de utilizarlo en el proceso de producción, se trata de un programa de dibujo y en caso contrario el programa es de tipo CAD. Dentro del marco del CIM, se puede decir que la función integradora se realiza mediante la interconexión de computadoras, redes de información y datos y equipos de procesamiento.

Los fabricantes de software con características CAD siempre han sido punteros en aprovechar la tecnología informática más avanzada. Técnicas como el diseño vectorial, la organización de los proyectos en capas, la medición automatizada, el trabajo directo con objetos y procedimientos, la ampliación de los programas con extensiones especializadas o el diseño con modelos 3D, tienen su origen en aplicaciones CAD, aunque en la actualidad se pueden encontrar en otros tipos de programas (Argote, s. f.)

Fue en el año de 1957 que el Dr. Patrick Hanratty concebía el primer software CAM que llevaba el nombre de "PRONTO", por eso el Dr. Hanratty ha sido muchas veces llamado el padre del CAD/CAM.

Años más tarde, a principios de los años sesenta, Iván Sutherland inventa en el laboratorio Lincoln (MIT) el primer sistema gráfico CAD llamado "Sketchpad". Pero por el alto precio de estos procesadores sólo algunas compañías de aviación o automotrices desarrollaron este tipo de software.

Al pasar de los años, los software tipo CAD han evolucionado de una manera significativa debido a las necesidades que se encuentran en el mercado. Ahora es común utilizar este tipo de software en cualquier área de la industria con herramientas específicas y la

---

<sup>5</sup> Un sistema CIM según la definición de Arthur Andersen & Co., 1986, es: "*La aplicación integrada de conceptos y técnicas de organización y gestión de la producción, junto con las nuevas tecnologías de diseño, fabricación e información, con el objeto de diseñar, fabricar y distribuir un producto acorde con las necesidades de mercado, con una alta calidad, óptimo nivel de servicio y los menores costos*".

minería no es la excepción, ya que se encuentran diversos desarrollos para este sector basados en la tecnología CAD como son **DataMine**, **Gemcom**, **Vulcan**, etc. Por este motivo, surge la necesidad de utilizarlos como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la academia, favoreciendo con ello el desarrollo integral de los estudiantes.

### 1.3 Antecedentes de su aplicación en la academia

Para impartir la enseñanza del software de aplicación utilizado en el campo laboral, la Facultad de Ingeniería se ha esforzado por estar a la vanguardia con estas tecnologías, fortaleciendo así el conocimiento teórico que se obtiene en las aulas.

Dentro de la industria minera del país, el proceso tecnológico se ha incrementado en las últimas dos décadas, debido a la necesidad de mantenerse como punteros a nivel internacional.

Si bien es cierto que el software de aplicación se utiliza en la industria minera desde hace varios años, este sólo era utilizado en algunas áreas específicas debido a que los procesos que realizaba eran simples y generalmente se utilizaba para facilitar los cálculos en las áreas de **Geoestadística y Planta de Beneficio**, con lo que trabajos que en ocasiones se realizaban en dos o tres meses con más de cinco personas, se reducían a menos de una semana, con la mitad de los recursos humanos.

Estos software comenzaron a utilizarse en empresas mexicanas a mitad de los años setenta y al ver todos los cambios que se llevaban en la industria el ámbito académico también tuvo su incursión en el tema, por lo que alrededor de la primera mitad de los años ochenta se organizaron conjuntamente por la Facultad de Ingeniería y otros organismos<sup>6</sup> tres seminarios denominados: “Seminario de Aplicación de las Computadoras a la Industria Minera”, impartidos en el Palacio de Minería y con la participación de personas conocedoras de la industria y personal docente de la carrera<sup>7</sup>.

En muchas ocasiones, los programas que se utilizaban en esas épocas eran bastante inflexibles o incipientes, otros más se desarrollaban por parte de los empleados en las mismas empresas, lo cual limitaba su facilidad de transferencia a otras minas, pues

---

<sup>6</sup> La Asociación de Ingenieros de Minas y Metalurgistas y Geólogos de México, A. C., El Fideicomiso destinado a la Formación de Ingenieros de Minas y El Colegio de Minas, Metalurgistas, Petroleros y Geólogos de México

<sup>7</sup> Información obtenida de entrevista con el Ingeniero Juan José Obregón Andría

estaban diseñados para datos específicos de una operación minera en particular y no había la gran diversidad de hardware y software comercial como con la que ahora se cuenta.

En los años siguientes, dentro de la facultad, se ha continuado con la impartición de cursos de software de aplicación, aunque limitado a los que resuelven tareas específicas en cada campo <sup>8</sup>. En la década de los noventa, en la Facultad de Ingeniería, comenzó a utilizarse software tipo CAD, pero muchas veces los fines del curso no eran encaminados al ámbito de la minería, más bien al área mecánica y civil.

Recientemente, el software CAD especializado en minería ha tenido un gran desarrollo y el campo comercial se ha visto inundado por numerosos productos aunque, sin dudar, los que mayor auge tienen son aquéllos que han podido compaginar las diversas actividades que se realizan en la mina tales como la exploración, geología, geoestadística, explotación, planeación de operaciones y costos, por citar las más relevantes.

## **2. Catálogo de aplicaciones tipo CAD utilizadas en la industria minera**

En la industria minera se cuenta con diversas herramientas de diseño basadas en tecnología CAD, por lo que dentro de este capítulo se realizará una revisión de los distintos programas de aplicaciones con estas características, que se encuentran en el mercado, con el fin de poder realizar un análisis de sus diferencias y similitudes además de conocer las opciones que tienen para la Academia.

### **2.1 Descripción de productos**

#### **“AUTOCAD<sup>9</sup>”**

Por su facilidad de uso y costo, este software es uno de los más comúnmente empleados en distintos campos de la ingeniería; no obstante que no cuenta con características específicas de la industria minera, ofrece herramientas para el mapeo y diseño de obras al igual que la digitalización de mapas existentes.

---

<sup>8</sup> Como: Geología, Geofísica, Geoestadística, Geología Estructural, Geometría Descriptiva, mapeo, etc.

<sup>9</sup> En esta tesina las marcas de los productos se encontrarán escritas en formato de negrita y entrecomillado.

“**AutoCAD**” es un programa de diseño asistido por computadora (CAD) para dibujo en dos y tres dimensiones y actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa **Autodesk**<sup>10</sup>. Es un software reconocido a nivel internacional por sus capacidades de edición, además de que cuenta con las herramientas más completas para el diseño de obra civil e industrial.

Cada nueva versión lanzada al mercado cuenta con más y mejores características logrando una superioridad, comparativamente hablando, sobre las versiones equivalentes de software que otras compañías ofrecen.

La interacción entre el usuario y el programa se realiza a través de comandos de edición o dibujo, aunque las versiones modernas del programa permiten la introducción de estas órdenes mediante una interfaz gráfica de usuario o en inglés GUI<sup>11</sup> (*Graphic User Interface*), que facilita el proceso.

El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y estilo. En el caso de la realización de objetos en serie, su diseño se lleva a cabo por medio de bloques con las mismas características, por lo que cualquier modificación a una sola pieza cambia en todas las demás.

La extensión del archivo de “**AutoCAD**” es *.dwg* aunque permite exportar archivos en otros formatos siendo el más conocido el formato *.dxf* que permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo CAD y puede editarse con un procesador de texto básico.

Las versiones anteriores del programa contaban con la herramienta para modelar sólidos, pero se comercializó como un módulo que debía de adquirirse por separado. Sin embargo, las últimas versiones ya lo integran pues adquirió una licencia de la empresa **Spatial** para el manejo de su sistema de sólidos “**ACIS**”.

En los últimos años la compañía ha lanzado diversos módulos de herramientas orientadas hacia industrias específicas y las Ciencias de la Tierra no han sido la excepción.

“**Promine**” es un software integrado a “**AutoCAD**” que está dividido en módulos y cada uno ejecuta tareas específicas de exploración geológica o desarrollo minero. Incluye la elaboración de mapas, planeación, cálculo de reservas, elaboración de modelos,

---

<sup>10</sup> ...y los nombres de las empresas se escribirán en formato de negritas.

<sup>11</sup> Una interfaz gráfica de usuario (GUI) es un dispositivo que permite que el humano interactúe con los equipos de cómputo a través de ventanas, íconos o menús y que puede ser maniobrado con el ratón o bien por una pantalla táctil.

topografía, así como herramientas que ayudan a colocar barrenos para voladuras o exploración. Se puede usar cada uno de manera independiente o con otros módulos de “Promine” para mejorar la productividad. En la Tabla No. 1 se muestran los módulos y las tareas que puede realizar cada uno de ellos.

Tabla N° 1 Módulos del software “Promine”

### Módulo de Geología

- Diseño de pantallas de barrenación.
- Herramienta de diseño interactiva con vistas en planta y sección.
- Creación de informes de las actividades de perforación.
- Cálculo de costos y desviaciones al presupuesto.
- Diseño de barrenos en 3D y edición de su geometría (Coordenadas de rompimiento y base, inclinación, azimut y longitud)
- Captura de información desde cualquier base de datos.
- Representación de información en distintos formatos tales como números, sólidos, sombreados, textos, histogramas o símbolos, y con diversos colores.

### Módulo de Muestreo

- Ingreso de los datos de muestreo directamente en Autocad.
- Diseño de distintas representaciones de sus datos de acuerdo con sus preferencias y con los estilos definidos por los usuarios.
- Capacidad de exportar datos de muestreo a cualquier base de datos.

### Modelado Geológico

- Creación de modelos 3D a partir de las líneas de la sección.
- Modelado de las fallas o superficies en 3D.
- Cálculo de tonelajes.
- Creación de modelos 3D precisos por medio del control de las superficies de las secciones.

### Módulo de Recursos Minerales

- Cálculo de recursos con polígonos, secciones o triangulación.
- Cálculo de recursos para tipos de leyes múltiples tomando en cuenta algún ancho de explotación minera y dilución mínima.
- Emite informes de recursos en formato Excel.
- Interactúa con el módulo de barrenación facilitando la transferencia de datos.
- Funciona en cualquier orientación en el espacio.

### Modelado de Bloques

- Modela yacimientos minerales masivos o de vetas.
- Calcula recursos en un modelo 3D.
- Importa o exporta modelos en bloques.

Al estar integrado a “**AutoCAD**”, “**Promine**” presenta una gran ventaja para los usuarios, gracias a que no requieren aprender una nueva interfaz, ni nuevos conceptos.

## “**MINESIGHT**”

“**MineSight**” es un software con atributos CAD distribuido por la compañía **Mintec, Inc.** que ofrece una plataforma para modelado y planeación de mina y ofrece soluciones de exploración, diseño, planeación y producción.

El software “**MineSight**” contiene distintas aplicaciones en 11 paquetes o módulos, mismos que están enfocados a las diferentes etapas de la producción minera. En la tabla No. 2 se muestran las características de cada paquete:

Tabla N° 2 Módulos del software “**MineSight**”

### **MineSight Torque (Módulo de administración de información)**

- Herramienta de visualización que simplifica el manejo de la información de los resultados de los ensayos a través de secciones en 2D y 3D.
- Guarda, maneja y administra una cantidad ilimitada de datos de barrenos, voladuras y muestreos en una base de datos *Microsoft SQL Server*.

### **MineSight 3D (Módulo de visualización)**

- Capaz de manejar modelos en 3D y sólidos.
- Mayor rapidez en las tareas de análisis de datos, interpolación y codificación de modelos.
- Administración y codificación de barrenos de muestreo.

### **MineSight Geology (Módulo de geología)**

- Contiene herramientas CAD que asisten en las tareas de interpretación y mapeo geológico de secciones.
- Codificación de barrenos y *modelos*.

### **MineSight Data Analyst (Módulo para el análisis de datos)**

- Administra los análisis geoestadísticos y los ponderadores de interpolaciones para el modelado.
- Genera informes de estimaciones de recursos y estadísticas .
- Cuenta con capacidad para imprimir datos en cuantiles e histogramas.

### **MineSight Survey Package (Módulo para el manejo de superficies)**

- Incluye todas las herramientas para cálculos de volúmenes e intersección de superficies.
- Importa y exporta datos de levantamiento topográfico en diversos formatos.
- Con las funciones CAD es posible manejar líneas, superficies y sólidos para crear diseños prácticos en el campo a partir de una planeación a gran escala.

### **MineSight Economic Planner (Módulo de planeación económica)**

- Permite planear y diseñar las secuencias de arranque y el ciclo de vida de una mina.
- Además, posibilita la evaluación rápida de planes alternativos para maximizar el valor actual neto.

***MineSight Long Term Planning Open Pit Engineering*** (Módulo de diseño de obras a cielo abierto a largo plazo)

- Planeación de tajos a largo plazo.
- Brinda herramientas tipo CAD en tres dimensiones para crear diseños de tajos con el fin de elegir y administrar un modelo rentable.
- Esto es posible mediante interpolaciones básicas con modelos de bloques en 3D, estratigráficos y de superficies cuadriculadas.

***Minesight Short Term Open Pit Engineering*** (Módulo de diseño de obras a cielo abierto a corto plazo)

- Es posible generar un plan de corto a mediano plazo de un tajo con secciones o sólidos de minado por banco.
- El tajo se puede definir a partir de un modelo de bloques 3D, un modelo estratigráfico o una base de datos de barrenos.
- También crea informes con las herramientas de cálculo de reservas.
- Automáticamente se actualiza la topografía y se digitalizan los cortes con cálculos instantáneos de reserva e informes por corte y acumulados para un cierto período de planeación.

***Underground Engineering Package*** (Módulo de diseño de obras subterráneas)

- Las herramientas CAD presentes en este módulo son favorables para el diseño y modelado de cualquier obra subterránea.
- La planeación de la extracción del cuerpo mineralizado se simplifica con las herramientas de reservas que generan cálculos rápidos con o sin dilución.

***MineSight Interactive Planner*** (Módulo de apoyo para las actividades de planeación)

- En él se puede realizar cualquier tipo de cronogramas.
- Funciona como un elemento centralizador en la administración de los barrenos, en las funciones de diseño y en las aplicaciones estadísticas.
- Crea secciones de minado y las representa en informes desplegando las áreas proyectadas.

***Blast Pattern Editor*** (Módulo de diseño de plantillas de barrenación)

- Herramienta que facilita el diseño de plantillas de barrenación para voladuras o exploración.

Los módulos descritos con anterioridad satisfacen las necesidades requeridas durante todo el ciclo de operación de una mina, pero en ocasiones es necesario utilizar dos o más módulos para una sola necesidad. Por ejemplo, en el caso de la planeación de la operación minera, además de utilizar cualquiera de los módulos disponibles para el diseño de obras, se recomienda complementar con el módulo de diseño de plantillas de barrenación y/o el módulo de apoyo para las actividades de planeación.

## “VULCAN”

Este software CAD es otro de los reconocidos dentro de la industria minera alrededor del mundo y distribuido a lo largo de treinta años por la compañía **Maptek**, que cuenta con oficinas en Australia, Brasil, Estados Unidos, Chile, Perú, Indonesia y México entre otras.

**Maptek “Vulcan”** proporciona visualización, modelado y análisis de cualquier tipo de información minera. Desde la exploración, el diseño de la mina y su planeación, hasta la rehabilitación de la misma.

Al igual que los anteriores, se encuentra dividido en diversos módulos que proporcionan distintas soluciones como muestra en la Tabla N° 3:

Tabla N° 3 Módulos del software “Vulcan

### Módulo de Exploración

- **Vulcan Enviewer:** Rápida capacidad de visualización de datos 3D para presentaciones.
- **Vulcan Modeller:** Herramientas de visualización y modelamiento CAD y 3D.
- **Vulcan Explorer:** Visualización y ambientación de modelos 3D para probar y validar los modelos de exploración.
- **Vulcan GIS Explorer:** Visualiza y analiza los datos desde los sistemas SIG de terceros.
- **Vulcan GeoModeller:** Diseña y modela en ambiente real o en entorno 3D.
- **Vulcan GeoStatModeller:** Paquete completo para modelamiento geológico y la estimación de recursos.
- **Sistema de Escaneo Láser I-Site:** Herramientas para formación de imágenes para grandes grupos de datos.

### Modulo de Planeación Minera

- **Vulcan Modeller:** Herramientas de visualización y modelamiento 3D.
- **Vulcan Explorer:** Visualización y modelamiento 3D para determinar y validar los modelos de exploración.
- **Vulcan GIS Explorer:** Visualiza y analiza los datos desde los sistemas SIG de terceros.
- **Vulcan Pit Optimiser:** Desarrolla de manera adecuada la información geológica, geotécnica y económica.
- **Vulcan MineModeller:** Herramientas de diseño de tajo que funcionan en conjunto con los modelos de bloques.
- **Sistema de Escaneo Laser I-Site:** Mapeo topográfico para diseño del sitio y cálculos del volumen.
- **Servicios de Asesoría.**

### Modelamiento Geológico y Estimación de Recursos

- **Vulcan Block Modelling:** Creación, visualización y manejo de modelos de bloque y sub-bloques.
- **Vulcan Modeller:** Herramientas de visualización y modelado 3D.
- **Modelado de Recurso Vulcan:** Herramientas para la estimación de leyes.
- **Tecnología de Escaneo Laser I-Site:** Mapeo y modelado de límites geológicos.
- **Servicios de Consultoría.**



### Modulo de Planeación a Cielo Abierto

- **Vulcan Interactive Surface Road Design:** Herramientas para diseñar todas las fases de una mina a cielo abierto.
- **Módulo Drill & Blast Design:** Herramientas avanzadas de perforación y voladura para asegurar un fracturamiento confiable de material.
- **Vulcan Haulage Profile & Productivity Analysis:** Set de herramientas para optimizar la productividad de los equipos.
- **Vulcan Open Pit Mine Planning Tools:** Herramientas para la planeación en roca y aplicaciones estratigráficas.

### Modulo de Planeación Subterránea

- **Vulcan Development & Design:** Herramientas para diseñar todas las fases de una mina subterránea.
- **Módulo Drill & Blast Design:** Herramientas avanzadas de perforación y voladura.
- **Módulo Ventilación:** Asegura un adecuado flujo de aire e identifica las áreas problemáticas.
- **Módulo Polygon Reserves:** Herramienta de planeación a corto plazo para la programación de la producción por tonelaje, ley y tipo de material.
- **Sistema de Escaneo I-Site Laser:** Herramientas para tareas de mapeo, geotécnicas, geológicas y de diseño.

Existen otros módulos que pueden aplicarse a distintas etapas de la operación minera, especialmente en el área de entrega de resultados, y que se encargan principalmente de generar distintos tipos de reportes.

### “Surpac”

Este software posee una cobertura mundial en más de 130 países y es distribuido por la empresa **Gemcom**, la cual tiene entre sus clientes empresas a mineras como BHP Billiton, Codelco, De Beers, Newmont, Vale y Goldcorp.

Al igual que otras compañías, “**Surpac**” es sólo un producto de los muchos que la empresa comercializa en el área de minería. Y la razón por la cual este se menciona especialmente es debido a que se trata de una de las herramientas más completas, pues integra procesos de geología, modelado de recursos y reservas y planeación minera

Las características de cada módulo presentes en el software se encuentran en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4 Módulos del software “Surpac”

#### Módulo de Administración de la Información

- Emplea herramientas sofisticadas de administración de datos geológicos para almacenar, gestionar y revisar los datos de barrenación.
- Su interfaz interactúa con cualquier base de datos y pueden realizarse trabajos en tiempo real aún cuando se está conectado a la base de datos.
- Se visualizan secciones fácilmente utilizando barrenos de exploración junto con los datos existentes topográficos o de pre-modelado.

#### Módulo de Estimación y Modelado

- Cuenta con herramientas para crear compósitos, además de herramientas para Geoestadística.
- Crea variogramas del modelo geológico así como de sistemas de ventilación
- Herramientas de estimación capaces de realizar un kriging normal o bien opciones condicionadas de simulación.
- Crea *wireframes* 3D que permiten el desarrollo de un modelo muy representativo de cualquier yacimiento.
- Cuenta con herramientas de modelado de bloques que cubren una amplia gama de funciones y son fáciles de usar.
- La validación de un modelo se puede hacer de forma rápida y eficiente así como la generación de cualquier informe.

#### Módulo de Planeación de Mina

- Pueden ser incorporados los datos procedentes de fuentes externas a los planes o proyectos realizados en el software.
- Se pueden visualizar diversos datos simultáneamente para asegurar que los diseños estén dentro de las limitaciones físicas de la zona minera y para maximizar la extracción económica de una reserva.
- Interactúa con todos los datos de diseño de minas tales como barrenos, yacimientos existentes y /o modelos de superficie optimizando los modelos de bloques y la red de distribución.

#### Módulo de Control de Producción de Mina

- Calcula y valida volúmenes rápidamente.
- Compara el modelo de bloques contra los datos de barrenación de exploración para optimizar las reservas.
- Produce mapas a escala con alta calidad y con cualquier información relevante.

#### Módulo de Automatización de Ciclos de Trabajo

- A través de sus herramientas, tareas como las conciliaciones de fin de mes y los problemas de información se reducen a una simple automatización de informes comparativos.
- Automatiza el control de leyes y las tareas de trazado y es adaptable a los procesos específicos de la empresa y los flujos de datos.
- Se pueden desarrollar nuevas funciones utilizando el lenguaje *script* que viene incrustado dentro del software para asignar rutinas y personalizar las barras de menú y administrar mejor los ciclos de trabajo.

### **“Datamine Studio 3”**

Este software es distribuido por la empresa **CAE Mining**, la cual está presente en más de nueve países alrededor del mundo.

**“Datamine Studio 3”** es un software tipo CAD que trabaja con sólidos y modelos en 3D, que contiene una gran cantidad de recursos para ofrecer soluciones en todas las áreas de la producción minera.

Las características específicas de este software se encuentran en el siguiente capítulo, ya que las licencias que fueron donadas a la Facultad de Ingeniería pertenecen a esta marca.

Existen más softwares tipo CAD en el mercado que pueden ayudar dentro de la operación minera, pero los mencionados son los más utilizados en las minas mexicanas y también son de los más completos.

En general las características de operación de estos softwares son las mismas. La principal diferencia está en la interfaz con la que trabajan, además de los nombres de los comandos que utilizan.

## **2.2 Factibilidad de convenios “Empresa – Universidad”**

Cuando una mina o proyecto contempla la opción de poder integrar un Software CAD dentro de sus operaciones, es necesario realizar un estudio de mercado para analizar cuál es el que ofrece las mejores condiciones para que la empresa lo adquiera.

Los puntos que se deben de analizar principalmente son:

- Características de operación
- Tipos de módulos que maneja
- Costos
- Capacitación
- Soporte Técnico
- Consultoría, etc.

Una vez analizada esta información, la empresa decide cuál es la mejor opción y cubre el costo de las licencias requeridas.

En el caso de la academia el proceso es diferente, ya que no se cuenta con los recursos monetarios necesarios para adquirir todos los programas que se manejan en la industria.

Es por ello que la adquisición del algún software para la academia resulta ser un tema que debe ser cuidadosamente analizado. Si bien, productos como los antes mencionados, satisfacen las principales necesidades de los alumnos de la carrera y la industria en cuestión de diseño, se tienen que revisar y comparar para conocer cual tenga el costo de adquisición más viable. El fin es poder adquirir una herramienta para que los alumnos conozcan los funcionamientos básicos que presentan los softwares especializados en diseño tipo CAD.

Las empresas que distribuyen los principales software de minería no se habían preocupado por realizar labor de venta dentro de las instituciones debido a que, o no lo veían como un área rentable por sus recursos limitados o no la visualizaban como una de sus prioridades. Esta visión ha limitado el acercamiento a estas herramientas. Sin embargo, esto está cambiando ya que cada vez más las empresas ofrecen algún tipo de apoyo para que las escuelas puedan adquirir sus productos.

Compañías como **Autodesk**, han creado plataformas en las cuales los alumnos de cualquier institución educativa puedan descargar las versiones completas y originales de sus productos. El módulo especializado en minería aún no puede ser descargado gratuitamente, pero el hecho de manejar todas las herramientas ofrecidas en “**AutoCAD**” facilita el manejo de “**Promine**”, pues la interfaz y el modo de ingreso de comandos son los mismos.

**Mintec** es otra empresa que ofrece las licencias gratuitamente. En el caso del software “**MineSight**”, la donación se realiza directamente en las instalaciones de la institución y sin límite de licencias. Lo único que se solicita es contar con un profesor de planta que imparta los cursos en la institución, pues él tendrá a su vez que asistir a los cursos de capacitación y actualización en las instalaciones de la empresa en el estado de Texas, EE.UU. Los cursos para el docente no tienen ningún costo, pero los viáticos tienen que ser cubiertos por la academia.

Otras empresas como **Gemcom** y su software “**Surpac**”, ofrecen precios de adquisición accesibles para la academia, además de ofrecer distintos cursos de capacitación sin costo para personal de la institución o alumnos.

Las licencias donadas de “**Datamine Studio**” fueron adquiridas por la empresa minera Peñoles a un costo especial, pero **CAE Mining** no cuenta con algún convenio directamente para las universidades.

### 2.3 Soporte Técnico

El soporte técnico que ofrecen las compañías que distribuyen software puede variar de una empresa a otra. Sin embargo, es un factor relevante para la toma de decisiones al momento de la adquisición del producto.

En términos generales, las herramientas de soporte técnico que ofrecen las compañías son las siguientes:

- Apoyo telefónico directo o por correo electrónico.
- Profesionales en ingeniería para ofrecer consultoría.
- Personal multilingüe.
- Mesa de ayuda compartida en la que se exponen los problemas que se presentan en distintas operaciones mineras.
- Diagnósticos de la operación con el fin de detectar fallas en los ciclos de trabajo.
- Servicio técnico del software mediante personal que acude directamente hasta donde se encuentra el producto.
- Personal especializado que realiza visitas técnicas en la mina para comprobar o mejorar el funcionamiento del producto.
- Programas de servicio y mantenimiento.
- Oficinas regionales cercanas a las operaciones mineras, con lo que se reducen los costos de los servicios.

### 3. Diseño del plan de acción para la incorporación del software especializado tipo CAD

En cualquier área de la industria o en la academia en donde un software debe de ser instalado, es necesario definir el plan de acción con el cual se llevará a cabo, con el fin de priorizar las iniciativas que van surgiendo durante el proyecto y con ello cumplir los objetivos y las metas que se propongan. De esta manera, un plan de acción se constituye como una guía que brinda un marco de referencia o una estructura que conduce a la ejecución del proyecto.

El plan de acción compromete el trabajo de todo el personal que se encuentra inmerso dentro del proyecto, estableciendo plazos y responsables, además de constituirse en un sistema de seguimiento y monitoreo para todas las acciones planeadas. Todos los planes de acción presentan su estructura personalizada para cada proyecto, es decir, dependiente de los objetivos y de los recursos.

Al momento de recibir la noticia relacionada con la donación de las licencias “**Datamine Studio 3**” el área responsable de su recepción observó necesaria la creación de un plan de acción que tomara en cuenta las experiencias previas de la misma naturaleza que se han tenido en la facultad. Lo anterior dio lugar a la definición de los objetivos del proyecto de implantación del software y con ello comenzar con la redacción del plan de acción.

Son cinco las tareas específicas que conforman la primera etapa del proyecto (ver Figura N° 4) y las cuales comienzan con la creación del programa del servicio social, posteriormente se realizó una investigación y análisis de las características del software donado con el fin de entender sus principios de funcionamiento. En base a este análisis se trabajó conjuntamente en las dos tareas siguientes las cuales consistieron en que los prestadores de servicio social recibieran una capacitación adecuada y en base a ella generar un programa de impartición hacia los demás alumnos junto con la elaboración de un paquete didáctico.

Las técnicas de difusión también forman parte de los pasos preliminares para la incorporación del software en la academia.



Figura N° 4 Diagrama de plan de acción para la primera etapa del proyecto

Como su nombre lo indica, en esta primera etapa se establecen los primeros pasos del proyecto y no se puede considerar como una estrategia completa debido a la necesidad de seguimiento que un trabajo de esta naturaleza requiere para poder comprobar los resultados obtenidos y con ello afinar el modelo.

### 3.1 Creación del Servicio Social Universitario

Una parte primordial de cualquier proyecto lo constituyen los equipos de trabajo y por esta razón se decidió atraer recursos humanos dentro de la comunidad estudiantil de la carrera debido a su familiarización con los softwares tipo CAD, hecho que facilitaría el dominio, aprendizaje y la enseñanza del software minero.

Por esta razón, una vez que las licencias fueron entregadas (Figura N° 5), los responsables de la carrera tomaron la decisión de crear un Servicio Social Universitario y con ello obtener la colaboración de los estudiantes universitarios.



Figura N° 5 Donación de licencias del software “Datamine Studio 3”

El servicio social se creó el mes de mayo del año 2011 y lleva por nombre **“Investigación y desarrollo de material didáctico enfocado a la aplicación de nuevas tecnologías de software utilizados en la industria minera”**, del cual es responsable el Coordinador de la carrera y de la supervisión de los alumnos.

El área en donde se desarrollan los trabajos pertinentes a este servicio, con clave **2011 - 12 /81-1799**, es el Departamento de Explotación de Minas y Metalurgia.

El objetivo principal de este programa consiste en: *“Desarrollar material didáctico para la enseñanza de la aplicación de software especializado en el desarrollo de modelos geológicos y en diseño de obras mineras”*; y dentro de las actividades que deben realizar los candidatos que participen en el programa están las siguientes:

- Investigar información documental relacionada con las técnicas didácticas para la enseñanza de software a nivel licenciatura



- Participar en capacitación para el uso de la aplicación de software especializado.
- Desarrollar prácticas de laboratorio para la enseñanza de software en la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia.
- Colaborar en la capacitación de alumnos
- Colaborar en la elaboración de artículos especializados y de actualidad.
- Participar en proyectos de campo.
- Si es la opción, elaborar tesis o tesinas relacionadas con el tema.

Debido a que el proyecto que dio origen al servicio social no ha concluido, el programa sigue abierto y otros alumnos ya forman parte del mismo.

En la primera etapa, las prestadoras del servicio social fueron Karen Stephany Nava Pinzón y Verónica Ruíz Gutiérrez, ambas cursando en ese momento el octavo semestre de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

El trabajo de servicio social se realizó durante un período de 14 meses, comprendido del 17 de marzo del 2011 al 17 de mayo del 2012 en el cual se acumularon por las dos, un total de 961 horas efectivas de trabajo.

### **3.2 Análisis de la aplicación instalada**

#### **3.2.1 Investigación preliminar**

Cuando se instala un nuevo software de aplicación en cualquier área, se debe llevar una transición suave; es necesario explicar lo que sucede y las razones del cambio o de la nueva adquisición con el fin de obtener la comprensión y cooperación de todas las personas que formarán parte del cambio.

Lo anterior se vio limitado en la facultad y, particularmente en la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista, ante la poca capacitación del personal sobre el software y que no se contaba con algún modelo realizado para este tipo de implantaciones. Es por ello que uno de los primeros pasos consiste en conocer las características del software de aplicación que fue donado e instalado y con lo cual inició la primera etapa del servicio social.

Para comprender el funcionamiento del software tipo CAD instalado, es fundamental tomar en cuenta el carácter de la aplicación que se maneja. Cada programa, dependiendo

de sus posibilidades, va dirigido a un sector de usuarios determinado, pudiéndose distinguir entre programas de carácter básico, general o específico.

Se dice que un programa es de carácter básico cuando es sencillo de utilizar y ha sido diseñado para introducir al usuario en la tecnología CAD como puede ser la enseñanza o realizar trabajos con dibujos de poca complejidad generalmente en 2D tal como lo realiza el programa de software libre de nombre “**QCad**” (Figura N° 6)

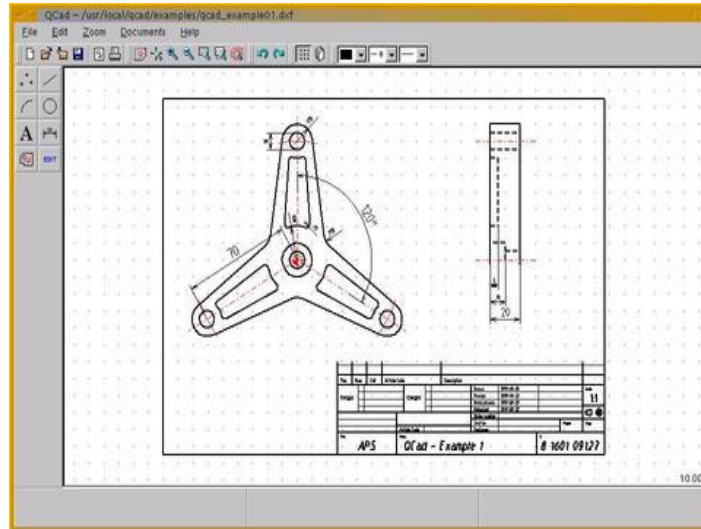


Figura N° 6 Software de aplicación básico “QCad”

Cuando un programa puede trabajar con dibujos profesionales, pero no ha sido creado para ningún sector en especial, se dice que es de carácter general; por ejemplo programas como “**Autocad**” (Figura N° 7)

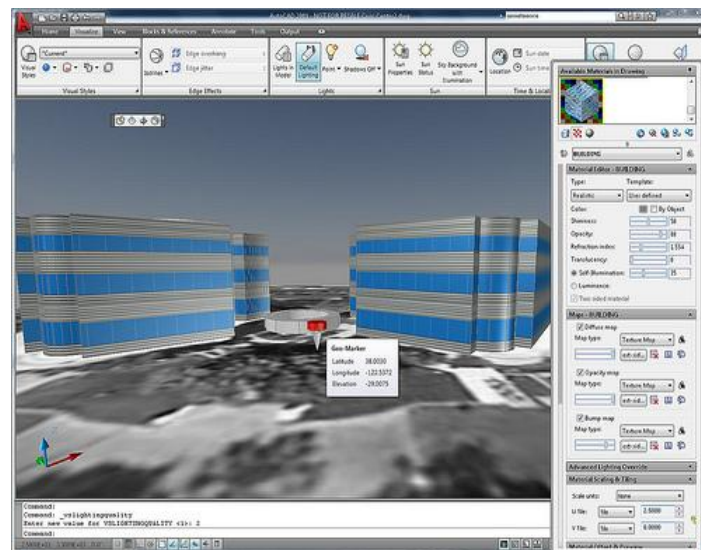


Figura N° 7 Software de aplicación general “Autocad 2012”

Aquellos que se crearon sólo para ser usados en un sector en especial llevan el nombre de software especializado, como los utilizados en minería, ventilación, geología, geofísica, cartografía, arquitectura, aplicaciones de ingeniería civil, aplicaciones GIS (Geographical Information System), etc. (Figura N° 8)

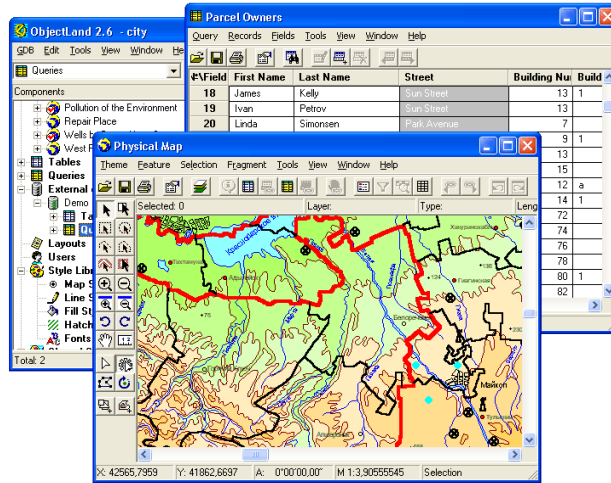


Figura N° 8 Software de aplicación específico "GIS ObjectLand 2.6.5"

En cualquiera de los tres caracteres de aplicación CAD descritos con anterioridad, se debe considerar también el nivel de potencia, el cual refleja las necesidades que llevaron a su creación. Este nivel tiene que ver con la complejidad de objetos que genera el programa. Algunos trabajan sólo en dos dimensiones mientras que los más potentes son capaces de trabajar en tres dimensiones y unos pocos más trabajan con sólidos.

Los programas que trabajan con dibujos espaciales, como el caso de los utilizados en la minería, alcanzan niveles de potencia muy altos ya que generan modelos en tres dimensiones (3D) y sólidos. Estos gráficos se sustentan en tres técnicas de representación gráfica que se definen a continuación:

- **Técnica del hilo o jaula de alambre (Wireframe).**- En este caso el modelo está representado por puntos conectados por formas geométricas simples, tales como líneas o circunferencias, que permiten mostrar el contorno del modelo. La ventaja fundamental de esta representación es la facilidad de uso y modificación (Figura N° 9)

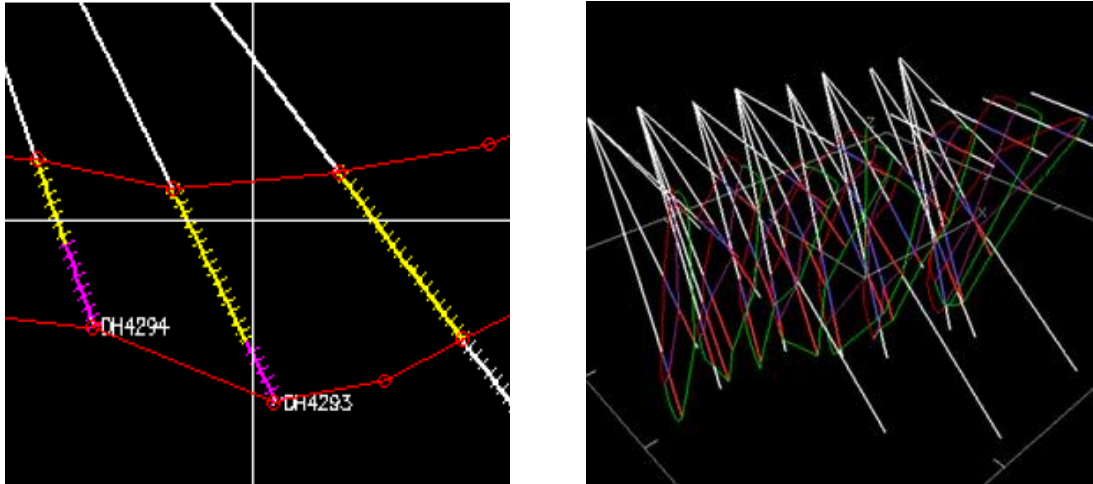


Figura N° 9 Diseños presentados en Wireframe

- **Técnica de mallas o superficies.**- Es una extensión del anterior, ya que una vez definidos los puntos del modelo, esta técnica define matemáticamente las superficies que forman el contorno del modelo. Su desventaja estriba en que no es posible distinguir la diferencia entre el sólido y el espacio que lo colinda (Figura N° 10)

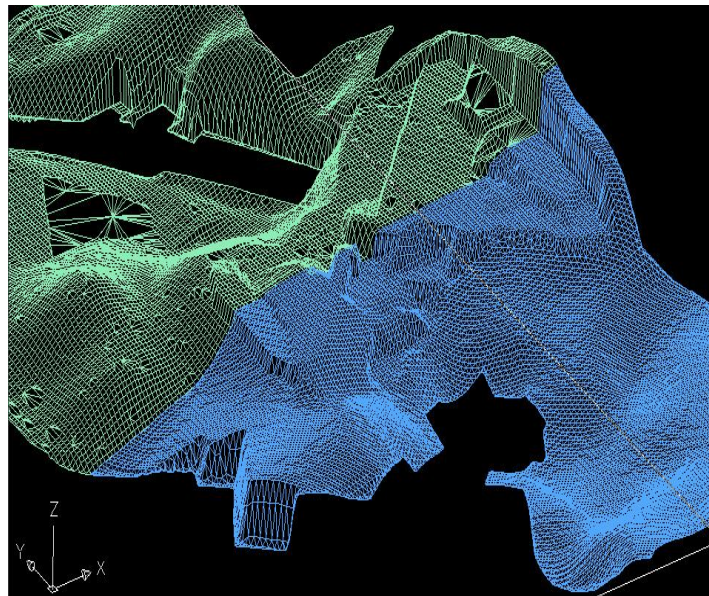


Figura N° 10 Modelado en malla

- **Técnica de modelado sólido.**- Es una representación completa del diseño o modelo. Los gráficos presentados en este sistema muestran la diferencia entre el

sólido y el espacio que lo rodea. Esta técnica tiene como principal ventaja el poder representar todas las propiedades del modelo (Figura N° 11)

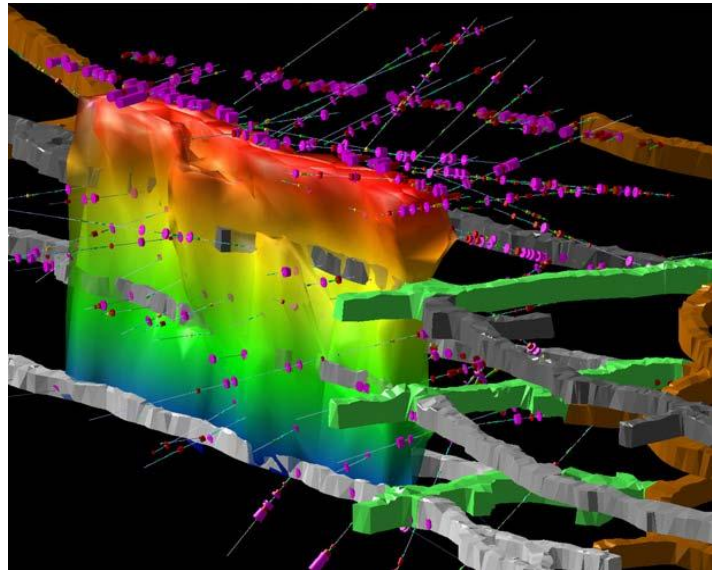


Figura N° 11 Diseño presentado en sólido

Finalmente, las aplicaciones tipo CAD utilizadas en minería cuentan con diversas funciones o herramientas que son compartidas en distintos programas existentes en el mercado. Las principales se pueden encontrar en la Tabla N° 5:

Tabla N° 5 Herramientas principales en software CAD

| Tipo de herramienta     | Funciones que realiza   |
|-------------------------|---|
| DIBUJO                  | Punto-Línea-Arco-Círculo-Elipse-Curva-Rectángulo-Polígono-Polilínea-Texto-Croquis   |
| EDICIÓN                 | Borrar-Copiar-Estirar-Deshacer/Rehacer-Girar-Mover-Simetría-Escala-Partir-Matrices-Enlace-Chaflán-Des/Agrupar-Texto   |
| AYUDA AL DIBUJO         | Retícula-Variables-Fijar puntos-Modos de referencia-Capas-Líneas de construcción-Selección de objetos-Coordenadas (absolutas, relativas, polares)-Entrada con teclado-Entrada con ratón-Entrada con tableta digitalizadora-Unidades-Precisión-Colores |
| VISUALIZACIÓN           | Encuadre-Zoom-Pre-visualización-Redibujado-Vistas-In/Visibilidad  |
| DIMENSIONADO Y MEDICIÓN | Cota horizontal-Cota vertical-Cota alineada-Cota angular-Nota-Punto-Distancia-Perímetro-Área-Ángulo-Parámetros  |
| SÍMBOLOS                | Seleccionar-Previsualización-Insertar-Deshacer-Escala-Atributos-Editar  |
| LÍNEAS Y TRAMAS         | Rayados-Tramas-Tipos de líneas-Espesores de líneas-Ajustes-Editar   |
| TEXTOS                  | Tipos de letra-Ajustes-Editor-Importar-Símbolos especiales  |
| 3D/SÓLIDOS              | Primitivas-Revolución-Traslación-Operaciones lógicas  |

|   |   |
|---|---|
| <b>TRAZADO E IMPRESIÓN</b>                | Escala-Fichero-Ventana-Color-Pluma-Impresora-Trazador de plumillas  |
| <b>MACROS Y LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN</b> | Teclas de función-Macros-Personalización de la interfaz-Lenguaje de programación  |
| <b>CONTROL DE FICHEROS</b>                | Pre-visualizar-Cargar-Salvar-Insertar-Mezclar   |
| <b>AYUDAS GENERALES</b>                   | Manuales-Ayuda-Tutorial-Ejemplos  |
| <b>VARIOS</b>                             | Animación-Captura de pantallas-Librerías de símbolos-Bases de datos-Digitalización de dibujos-Módulos de ampliación-Modelación realista |

### **3.2.2 Características del software instalado**

Las licencias que fueron donadas a la Facultad de Ingeniería se entregaron por parte del staff ejecutivo de Industrias Peñoles S.A. de C.V., el 26 de octubre del 2010. Esta donación en especie consistió en 10 licencias del software **“Datamine CAE Studio 3”**, que se instalaron en las computadoras del Laboratorio de Diseño de Explotación de Minas.

Esta donación complementó la oferta del laboratorio con equipos capaces de simular escenarios reales de la Minería, Geología, Geofísica, Geometalurgia, Geoestadística, etc, teniendo una gran importancia en la formación de ingenieros al mejorar la calidad de sus conocimientos y competencias en beneficio de la industria minera en México (Gaceta de FI UNAM, 2010).

**“Datamine CAE Studio 3”** es un producto de la compañía **CAE Mining**, la cual ofrece al mercado tecnología y servicios para planear, gestionar y optimizar las operaciones mineras. La compañía proporciona desde los fundamentos que permiten definir la mejor ruta para la implantación del software en prácticas de trabajo de diversas áreas hasta mejoras operativas en toda la organización.

Los productos que la empresa ofrece enfocados a la minería, se clasifican en seis áreas, dependiendo de las tareas que puede realizar cada software de aplicación y son las siguientes:

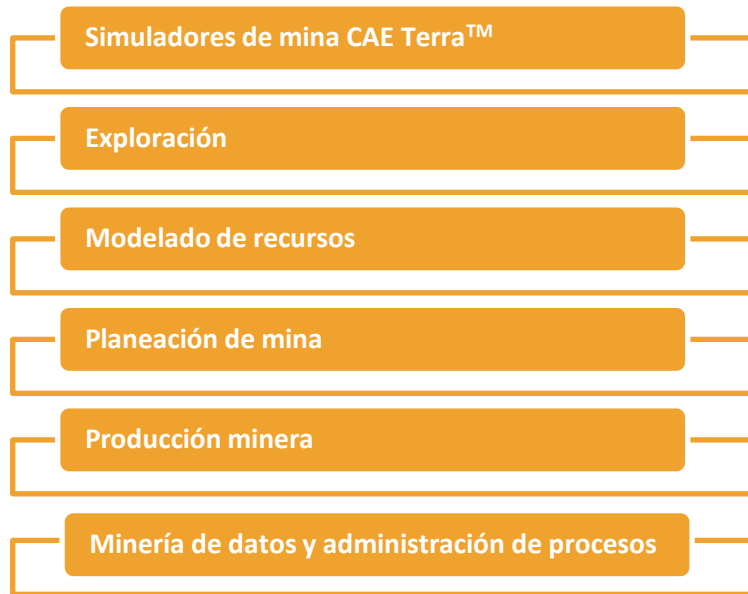


Figura N° 12 Áreas de clasificación de los productos de CAE Mining

A pesar de la gran diversidad de opciones que ofrece **CAE Mining**, el producto líder en el mercado está ubicado en la categoría de modelado de recursos. Se trata del “**Datamine Studio 3**”, el cual es capaz de proporcionar las herramientas necesarias desde la exploración hasta la producción contando con las herramientas de financiamiento para la programación de actividades, generando con ello un sistema integral para comprender, exponer y explotar las reservas minerales.

**Datamine Studio 3**” es un software de aplicación tipo CAD, el cual cuenta con una gran potencia, ya que es capaz de trabajar con modelos en 3D y sólidos, es ideal para el modelado de cualquier yacimiento mineral y la planeación de su explotación en cualquier tipo de mina tanto subterránea como a cielo abierto. Dentro de sus atributos se encuentran los siguientes <sup>12</sup> :

- Puede manejar eficientemente datos complejos, incluyendo muestras de los barrenos de perforación, muestras de canal, mapas de superficie e imágenes de láser o procesadas en 3D.
- Cuenta con propiedades superiores en el área de geoestadística, que incluyen métodos para extraer datos traslapados de la mineralización y herramientas de simulación condicional en caso de verificar algún riesgo en particular.

<sup>12</sup> Información obtenida en la página de la compañía <http://www.cae.com/en/mining/resource.modelling.asp>

- Genera *wireframe* y modelado de sólidos que ayudan a definir la geología estructural rápidamente y de manera precisa.
- Crea modelos geotécnicos que proporcionan un conocimiento detallado de la estabilidad del suelo y características de las rocas.
- Modela bloques con una detallada subdivisión de celdas, ideales para representar la ley y la estructura en cualquier sistema de redes.
- Cuenta con herramientas que facilitan la conversión de los modelos *wireframe* en modelos de celdas y sub-celdas en un solo paso, permitiendo que las leyes dentro del yacimiento sean obtenidas con tanto detalle como la cantidad de datos proporcionados.
- Dispone de múltiples parámetros para crear modelos geo-metalúrgicos, geotécnicos, por leyes, etc.
- Contiene una herramienta para optimizar las reservas explotables depurando la información de los bloques que pueden ser explotados.
- Ofrece controladores de datos que permiten al software integrarse con otro tipo de programas CAD.
- Permite gestionar múltiples escenarios de planeación de la mina de manera real a través de un archivo de datos.

Además de estos atributos, este software se caracteriza porque puede presentar siete ventanas a la vez en su interfaz <sup>13</sup> con los siguientes beneficios:

- *Design*.- Esta ventana se utiliza para ver y administrar todos los aspectos gráficos del modelo del yacimiento o de la mina que se esté diseñando. En ella se encuentran más de 600 comandos y otros 300 procesos interactivos.
- *Plots*.- En ella es posible visualizar y verificar el formato de salida del modelo como vista previa para su posterior impresión, además de poder presentar datos como las leyes del mineral de manera clara y en cualquier sección o vista tridimensional deseada.
- *Table*.- Muestra todos los datos del modelo en forma de hojas de registro o tablas. Al mismo tiempo dispone de distintos estilos de presentación, incluyendo texto, histogramas y barras con colores de relleno opcional.

---

<sup>13</sup> (Del inglés interface, superficie de contacto). Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes. Real Academia Española. En este caso se refiere a lo transmitido en la pantalla de la computadora y que es visto por el usuario.



- *Logs.*- Pantalla en la que se encuentran registrados, los datos completos de los barrenos, cargados para el modelo, representados en forma de tablas de datos.
- *Visualizer.*- En esta ventana es posible visualizar los datos deseados en un formato en 3D.
- *VR.*- Ventana que es capaz de generar una “realidad virtual” mostrando el diseño de la mina o modelo geológico, integrado a algún entorno en especial, mediante imágenes de satélite, siendo uno de los primeros en esta capacidad. Se pueden realizar simulaciones animadas y conectarse a través de GPS a cualquier parte del mundo real en caso de contar con equipos de monitoreo remotos.
- *Reports.*- Dentro de esta pestaña es posible encontrar los registros o resultados, que se obtuvieron a lo largo de la creación del modelo por ejemplo, los valores obtenidos en el proceso de validación de los barrenos de exploración.

### **3.2.3 Alcances del software instalado**

El principal campo de aplicación del software “**CAE Studio 3**” se inserta dentro del ciclo de planeación de una operación minera. Dicho ciclo ha sido dividido por la compañía en seis subprocesos (Figura N° 13). Cada una de estas tareas constituye una etapa importante y diferente en el proceso de transformación de un recurso mineral a una mina operativa, y a través de ellas, el programa apoya en la planeación, ejecución y ambientación tridimensional con el entorno real.

Cada subproceso del ciclo de planeación minera cuenta con una solución proporcionada por el software, teniendo la misma capacidad para diseñar obras subterráneas, a cielo abierto o en el manejo de minerales industriales.

Dependiendo de las necesidades del sector en donde se aplique el software, pueden utilizarse todos los subprocesos como una herramienta integral o bien utilizarlos de manera individual. Por esta razón, es importante reconocer los alcances de cada sub modulo con el fin de cotejar las necesidades de la operación con las soluciones que el software ofrece. Los seis subprocesos son los siguientes:

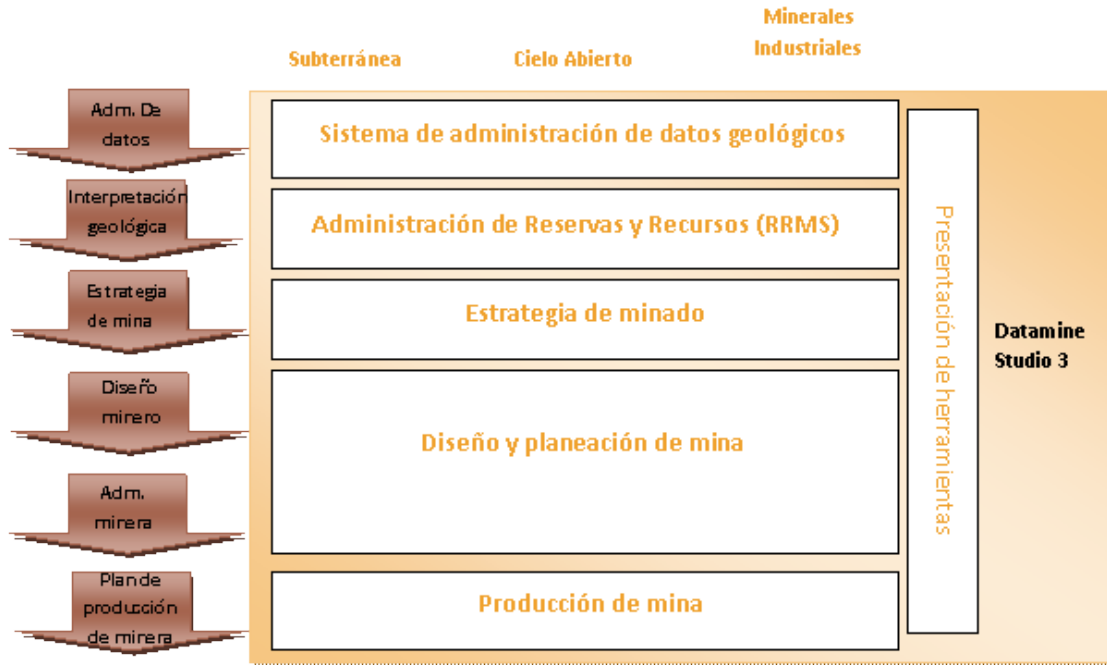


Figura N° 13 Clasificación de subprocesos realizados por el software CAE Studio 3

- Administración de la información de exploración.** Este campo incluye el Sistema de Gestión de Datos Geológicos (GDMS, por sus siglas en inglés) y que da soporte a los planes de exploración con herramientas 2D y 3D para poder colocar barrenos de exploración estratégicos.

Con esta herramienta se puede dar soporte al registro de los barrenos y la descripción de los núcleos (“loggeo”<sup>14</sup>) así como al mapeo <sup>15</sup> geológico cuando se realiza a distancia. Además cumple con las normas para la publicación de informes de reservas minerales como la norma canadiense NI 43-101 o la australiana JORC Code.

Durante esta etapa es posible visualizar los barrenos de exploración y las secciones establecidas con el fin de lograr una evaluación geológica preliminar. También proporciona un manejo fácil de las leyes de las muestras obtenidas en el laboratorio.
- Interpretación Geológica.-** En este subproceso es posible encontrar una solución para la administración de las reservas y los recursos, ya que el software es capaz de proporcionar herramientas para visualizar, modelar, revisar, analizar y manejar

<sup>14</sup> La palabra loggeo es utilizada para definir la acción de la descripción geológica de los barrenos y proviene del inglés logging que significa: registro de un dato en una bitácora.

<sup>15</sup> El mapeo es una palabra descrita por la Real Academia Española como: la representación gráfica de las partes de un todo.

todo tipo de datos geológicos y así proporcionar una mejor interpretación geológica.

Cuenta con recursos avanzados de modelación y gráficos para estructuras geológicas complejas lo que permite que el krigeage de la mineralización se realice de una forma muy parecida a la original.

El análisis de riesgos en cualquier empresa es fundamental y por eso “**CAE Studio 3**” contiene un campo para la simulación sujeta a condiciones, lo que facilita la planeación minera basada en las estrategias de riesgo de la empresa.

- **Estrategia de minado.**- Generalmente cualquier estrategia es definida por los directivos de la empresa, ya que junto con los trabajadores diseñan un plan de acción tomando en cuenta todos aquellos factores con los que se puedan lograr los objetivos de la compañía.

El software de aplicación “**CAE Studio 3**” no contiene herramientas que puedan ayudar a optimizar las estrategias definidas, pero sí se puede sincronizar con otras aplicaciones que cuentan con esta solución y que ofrece la misma compañía.

Dentro de estas se encuentran:

- *NPV Scheduler.*- Dirigida para estrategias de obras a cielo abierto de mediano a largo plazo, calcula desde el tajo final por método de Lerchs-Grossman (flujo de caja más alto) hasta la secuencia óptima de extracción (Valor presente neto más alto).
  - *RMS (Programador de Materias Primas).*- Es una aplicación muy utilizada para la explotación de minerales industriales, ya que optimizar el yacimiento hasta garantizar la máxima vida de la mina sin menospreciar la calidad de los productos que entrarán a la planta.
  - *MRO (Optimizador de Reservas Minables).*- La cual localiza y coloca límites dentro del cuerpo mineral, basados en restricciones de minado, tales como los anchos mínimos de minado y limitaciones geotécnicas.
- **Diseño y planeación de la mina.**- En este caso se agrupan dos subprocesos pues están muy relacionados, dado que la programación del plan de producción de la mina o proyecto se definirá casi al mismo tiempo que el diseño de la mina basado en el modelo geológico establecido a través del software. “**CAE Studio 3**” puede facilitar el diseño de la mina puesto que las herramientas que proporciona son capaces de modificar rápidamente los datos de construcción generando con ello una optimización de la programación ya definida.

Existen distintos software que pueden ayudar a la optimización de estos procesos, como **“Mine2-4D”**, distribuido por la misma compañía, el cual combina la administración de procesos y el diseño de una mina en un solo paso y proporciona diversas herramientas para que, con base en el modelo de mina y parámetros de ingeniería y geología, se puedan producir diseños físicos y programas de producción. Este software resulta muy útil para la visualización y cuenta con una gran capacidad de animación para solucionar problemas de diseño y programación, aunque **“CAE Studio 3”** es la mejor herramienta para el diseño de las obras.

- **Plan operativo para el minado.-** En cuanto al último subproceso, el software contiene herramientas que traducen las prácticas operativas mineras en un diseño gráfico, tanto de las obras a cielo abierto como de las obras subterráneas, dando la posibilidad de seguir funcionando aun cuando las operaciones ya se estén llevando a cabo. **“CAE Studio 3”** es de cuarta generación y ha ido incorporando el poder y la funcionalidad de sus predecesores en cuanto a las aplicaciones de cielo abierto, subterránea y geología. Sin embargo, esta nueva versión permite una conexión más eficiente con las fuentes externas de datos y otras aplicaciones mineras, siendo adecuado para poder trabajar con él a lo largo de toda la vida operativa del yacimiento.

Cuando las características de la operación minera exigen que se utilice la herramienta integral, es decir todos los subgrupos anteriormente mencionados, es recomendable adquirir todos los módulos del programa, lo que consecuentemente incrementará el costo de compra. De lo contrario es indispensable identificar los subprocesos requeridos y cotejar con las herramientas ofrecidas en cada módulo del software.

En cuanto a la clasificación de las herramientas de diseño con las que cuenta el software se distinguen cuatro módulos.

El primer módulo corresponde a la gestión y el manejo de datos aunque también contiene las herramientas para el modelado geológico (ver Tabla N° 6)

Tabla N° 6 Módulo I del software “CAE Studio 3”

## Módulo I

- Manejo de Datos
- Ventana de Proyectos, Objetos y Gráficas
- Buscador de Archivos
- Importador de Datos de Barrenos
- Procesador de Datos de los Barrenos
- Creador de Barrenos en 3D
- Estadística de los Barrenos
- Compósito de las muestras
- Visualización y Ploteo de Secciones
- Actualizar el visualizador 3D
- Para cambiar, o configurar la visualización
- Para moverse en planos paralelos
- Para cambiar a una sección rotada
- Para grabar la vista actual o todas
- Leyendas y Colores
- Trazos y Marcas
- Digital Terrain Modelling (DTM)
- Importacion los contornos del terreno
- Para crear, grabar y visualizar la DTM
- Modelamiento con Wireframes
- Generación de strings del modelamiento
- Conexión entre strings como wireframes
- Visualizar las wireframes
- Opciones del visualizador

El segundo módulo está compuesto por las aplicaciones capaces de generar un modelo de bloques (ver Tabla N° 7).

Tabla N° 7 Módulo II del software “CAE Studio 3”

## Módulo II

- Geoestadística
- Creación del Modelo de Bloques
- Creación del prototipo
- Llenando el sólido de bloques
- Optimizar la cantidad de subceldas
- Estimando Leyes
- Elipsoide de búsqueda
- Parámetros de estimación
- Evaluación de Modelos de Bloques
- Definir rangos de leyes

Los módulos tres y cuatro corresponden al diseño de obras subterráneas y a cielo abierto respectivamente, conteniendo las siguientes aplicaciones (ver Tabla N° 8):

Tabla N° 8 Módulo III y IV del software “CAE Studio 3”

### Módulo III

- Diseño subterráneo
- Diseño de rampas
- Diseño de rebajes
- Diseño de galerías

### Módulo IV

- Open pit
- Bermas
- Caminos mineros
- Rampas
- Taludes

Conociendo toda esta gama de herramientas es posible entender las capacidades de este software de aplicación, además de la necesidad de dominar cada uno de los módulos, si bien toma bastante tiempo, el saber identificarlas y utilizar las más importantes es un muy buen comienzo.

Para su venta la compañía ofrece estos módulos de manera separada, dependiendo de las necesidades de cada usuario.

Al establecer los lineamientos generales para la incorporación del software, que es el objeto de esta tesina, se consideró el estudio de todos estos módulos pues con ellos se trabajó durante la capacitación proporcionada por la compañía, sin embargo las licencias otorgadas sólo contenían el primer módulo, lo que impidió la aplicación de las prácticas diseñadas en las que se toman en cuenta funciones de las siguientes unidades.

Aun así, en etapas posteriores del proyecto, se contempla la adquisición de módulos completos para terminar con la impartición de las prácticas diseñadas y alcanzar con ello la enseñanza integral propuesta.

Es importante destacar que este software fue creado para que sea compatible con el sistema operativo de sus principales competidores proporcionando a sus usuarios una flexibilidad en su operación.

### 3.3 Programa de capacitación

Para poder definir los lineamientos básicos para la implantación de un software, es necesaria una buena capacitación sobre el uso de estas herramientas como base.

Es importante destacar que la capacitación y cualquier desarrollo se conciben con base en modelos educativos bien definidos.

La capacitación consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de cualquier organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes de los colaboradores (Siliceo, 2004)

Una vez instaladas las licencias en la facultad, la empresa **CAE Mining** propietaria del software, ofreció los primeros cursos de capacitación a los alumnos y profesores de la división.

Aunado a este curso, la empresa minera que realizó el donativo brindó toda la ayuda necesaria para que las licencias fueran aprovechadas al máximo y, tomando dicho apoyo, se programaron y realizaron prácticas profesionales en la Unidad Fresnillo PLC, en la cual se utiliza el software, con el fin de conocer su aplicación directa en el terreno profesional.

La capacitación, tanto en aula como en campo, fue enriquecedora para poder generar un modelo de enseñanza, ya que muchas veces la experiencia profesional no se toma en cuenta y algunos de los conocimientos adquiridos en el aula no pueden ser aterrizados en la vida laboral.

#### 3.3.1 *Capacitación proporcionada por la empresa*

El primer curso de capacitación consistió en un entrenamiento básico para la utilización del software “**Datamine Studio 3**”, el cual fue impartido a profesores del área de Ingeniería en Ciencias de la Tierra y alumnos que cursaban los últimos semestres de la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista.

Fue impartido por personal de la compañía **CAE Mining**, por el consultor en el área de minería el Ingeniero de Minas Hélio Darlan Barros Araujo, quien cuenta con amplia experiencia en capacitación. Se trató de un curso intensivo y se realizó durante una semana, en sesiones de siete horas al día.

Las instalaciones utilizadas para el curso fueron las de la Facultad de Ingeniería, en el laboratorio de cómputo de Diseño de Explotación de Minas – L 116 ubicado en el edificio C del edificio principal de Ingeniería, el cual fue equipado especialmente para que los alumnos de la carrera pudieran aprovechar las herramientas electrónicas con mayor facilidad.

El temario abarcó todos los módulos que el software de aplicación ejecuta, creando una enseñanza completa acerca de los alcances con los que cuenta el programa. Sin embargo, es importante mencionar que el conocimiento adquirido no pudo ser profundizado dado que el tiempo dedicado a los ejercicios prácticos fue mínimo; lo anterior se debió a la necesidad de abordar una gran cantidad de temas en un periodo corto. En la Tabla N° 9 se muestran los temas que se abordaron durante el programa de capacitación.

**Tabla N° 9 Temario del Curso de Capacitación**

| <b>PRIMER CURSO DATAMINE 17 AL 21 DE ENERO DE 2011</b> |                               |   |                                  |                                  |
|--|-------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Lunes</b>   | <b>Martes</b>                 | <b>Miércoles</b>                                  | <b>Jueves</b>                    | <b>Viernes</b>                   |
| Administración de la Interface                         | Histogramas dinámicos         | Introducción a las Macros <sup>16</sup> y Scripts | Evaluación del modelo de bloques | Evaluación del tajo              |
| Administración de los Objetos                          | Herramientas de visualización | Creación del modelo de bloques geológico          | Evaluación dinámica              | Herramientas de realidad virtual |
| Administración de los Datos                            | Herramientas de dibujo        | Introducción a las herramientas de variogramas    | Dibujo de un tajo                | Herramientas de Impresión        |
| Importación de Datos                                   | Interpretación geológica      | Estimación de leyes                               |                                  |                                  |
| Generación de Barrenos 3D                              | Generación de sólidos 3D      |   |                                  |                                  |
| Validación de los Barrenos 3D                          |                               |   |                                  |                                  |
| Generación de  |                               |   |                                  |                                  |

<sup>16</sup> Macro. En informática, es la abreviación de macroinstrucción ('secuencia de instrucciones que se realizan automáticamente con una sola orden'). Su uso es válido en ambos géneros, con predominio del femenino: «Las macros son la herramienta perfecta para realizar este tipo de trabajo de forma mucho más rápida y sencilla» (Delgado/Gutiérrez Office [Esp. 2000]); «También puede definir un macro y asignarle un botón» (NHerald [EE. UU.] 30.6.97).



|                                   |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|
| los compósitos                    |  |  |  |  |
| Herramientas de edición           |  |  |  |  |
| Herramientas de pre visualización |  |  |  |  |
| Leyendas                          |  |  |  |  |

La manera de llevar a cabo el temario fue mediante la creación de un modelo geológico. Los datos de los barrenos que servirían para el diseño del yacimiento fueron proporcionados por el instructor, en formato “.txt”, que es uno de los diversos formatos de base de datos que el software es capaz de manejar.

El primer módulo, al ser el más extenso, fue impartido en los primeros dos días. Las primeras actividades que se realizaron consistieron en conocer las principales ventanas que aparecen en interfaz, cómo funciona cada una de ellas y la forma de activarlas o desactivarlas así como las diferentes barras de herramientas con las que cuenta la aplicación.

Una vez creado el nuevo proyecto, se importaron los datos de muestreo que fueron proporcionados para generar una vista tridimensional de los barrenos, que incluía la información de leyes y litologías, distinguibles mediante diversas coloraciones.

El primer módulo básicamente consta de la interpretación geológica por lo que las herramientas de dibujo y edición fueron las más utilizadas al ser de suma importancia para poder generar el modelo del yacimiento. El modelo geológico fue concluido en el segundo día del curso, al generar un modelo sólido en 3D basado en un modelo de *wireframes* que fue creado como paso antecesor.

El resultado del modelado geológico depende de la persona que lo realiza, por lo que puede variar de gran manera. Es por ello que una buena interpretación de los barrenos resulta primordial y esto es producto de la práctica y la experiencia.

Durante el tercer día se trabajaron las herramientas del segundo módulo referente a la Geoestadística. El modelo sólido en 3D del yacimiento ya se encontraba realizado y sirve de base para generar el modelo de bloques y así poder estimar las leyes del yacimiento. Este módulo es extenso ya que tiene diversas aplicaciones que ayudan a mejorar las

estimaciones realizadas. Pero en este caso sólo fueron utilizados los comandos más frecuentes, definiendo los parámetros adecuados para zonificar el modelo y así conocer las partes con mejor ley dentro del yacimiento y diseñar el método de minado más afín.

El cuarto y quinto día se ocuparon para el análisis de la información obtenida y la optimización de celdas para comenzar con el diseño de las obras de explotación. Inicialmente se diseñaron obras a cielo abierto, ya sea por la utilización de barras de herramientas definidas o bien por aplicaciones que sintetizan varias operaciones a la vez. Una vez que el diseño del tajo fue concluido, se llevó a cabo su evaluación para conocer datos diversos tales como la ley de corte o de descapote.



Figura N° 14 Capacitación para profesores y alumnos

Al final del curso, se utilizaron herramientas para el diseño de obras subterráneas tales como túneles, rampas, tiros, etc.

El curso de capacitación fue muy completo, pero quedaron muchas dudas en el aire debido a que se realizaron pocos ejercicios; también se tiene que tomar en cuenta que el diseño de cualquier obra minera dependerá de diversos factores que muchas veces sólo se pueden apreciar en toda su magnitud directamente en la vida profesional.

### 3.3.2 Prácticas profesionales para capacitación

Con apoyo de la Compañía Minera Peñoles, en el verano del año 2011 se tuvo la oportunidad de realizar una estancia profesional en la Unidad Fresnillo, que ahora pertenece al Grupo Fresnillo PLC. El objetivo central de la estancia consistió en completar el grado de preparación y conocimiento del software, además de conocer el enfoque o los usos que se le dan en el área laboral, en dicha empresa.

El Departamento de Planeación de la unidad, donde estas actividades se llevaron a cabo, está dividido en tres áreas (ver Figura N 15), en todas y cada una de las cuales se trabajó durante un periodo determinado con el fin de poder entender el trabajo que se realiza en todo el departamento.

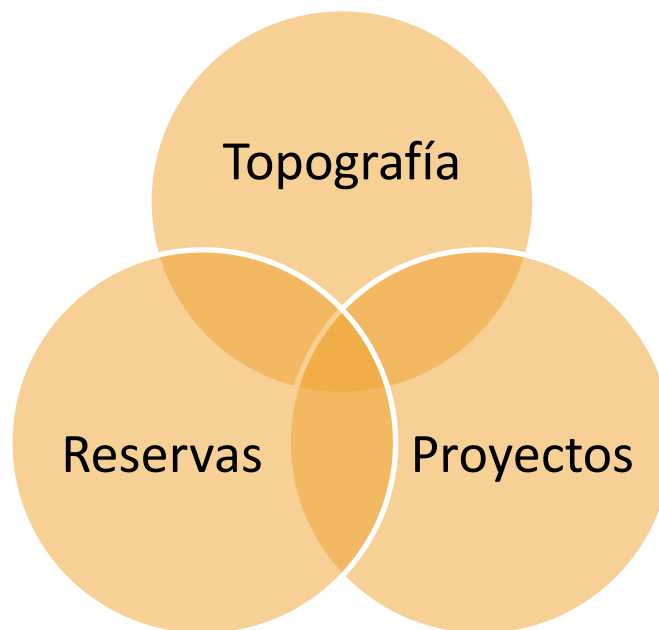


Figura N° 15 Áreas en las que se encuentra dividido el departamento de Planeación, de la Cia. Minera Peñoles

Las tres áreas están muy relacionadas y dependen una de otra, por lo que el trabajo en equipo es fundamental, además del libre flujo de información a través de todo el departamento. Todas ellas utilizan el software “**Studio 3 Datamine**”, en distintas formas.

A continuación se detallan las actividades, con el fin de poder visualizar los alcances que tiene el software, así como conocer cuáles son las tareas más comunes que se ejecutan.

## Topografía

Una mina productiva requiere de una red cuidadosamente planeada y ubicada, de tiros, galerías, rampas, socavones o contrapozos y, para su construcción, se requiere de una buena planeación. Además, el uso de técnicas topográficas eficientes permite alcanzar los niveles de exactitud con respecto de los planes establecidos y de igual manera presentar con mayor veracidad los resultados obtenidos.

Los trabajos topográficos en el interior de las minas son muy distintos a los de la superficie debido a las condiciones de trabajo en el subsuelo, la profundidad de las obras, la poca luminosidad, la humedad, etc. por ello los métodos e instrumentos utilizados conllevan adaptaciones especiales. En cuanto a las personas que realizan los trabajos, además de contar con conocimientos sobre las técnicas de topografía, requiere de experiencia o noción de lo que son las obras mineras, para realizar los trabajos de una manera más rápida y evitar la desorientación que ocurre al entrar en una mina subterránea.

Dentro del transcurso de la estancia se hizo evidente la importancia de la topografía pues realiza muchas tareas relevantes para que la operación de la mina se mantenga. Algunas de ellas son:

- Medición de avances semanales de las obras en la mina.
- Actualización de planos.
- Colocación de puntos de control.
- Marcación de rumbos y pisos para obras.
- Medición de rumbos e inclinaciones de barrenos de exploración.
- Medición de rumbos e inclinaciones de contrapozos tipo *Robbins*.

Pero a pesar de la importancia de esta área, la rapidez de los procesos se ve limitada, debido a que el proceso de digitalización de los datos obtenidos en el campo no se realiza por medio de un solo software.

Uno de ellos es el “**Terramodel**” que consiste en un paquete que maneja datos en 2D y con el cual se descargan los datos de las estaciones totales marca Trimble. En este software, los datos son ingresados para posteriormente ser exportados al siguiente software, el “**Autocad**”, que es utilizado para poder revisar e identificar los puntos obtenidos de manera correcta.

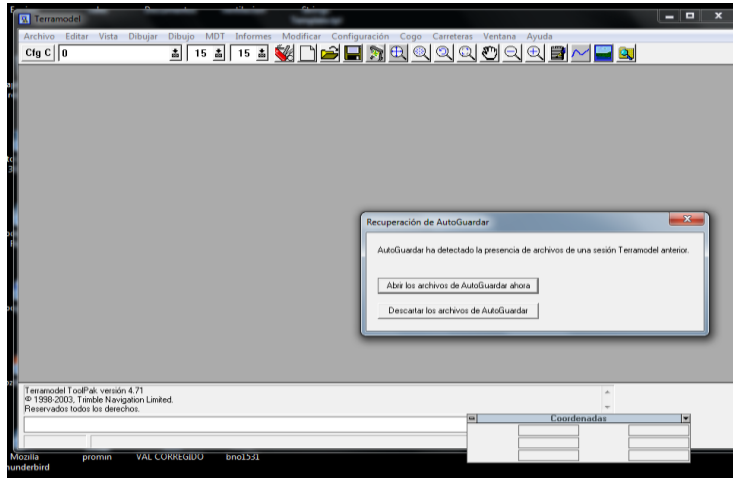


Figura N° 16 Interfaz de “Terramodel”

Es importante mencionar la importancia que la empresa otorga al uso de las herramientas tecnológicas para facilitar las tareas topográficas; es por ello que dentro de la empresa se desarrolló una macro que facilita el posicionamiento de los puntos de referencia que se utilizan en la mina, además de que simplifica el modelado de las obras que se están proyectando.

Una vez realizado el detalle de las obras mineras se prosigue a exportar los valores a “Studio 3 Datamine”, ya que en este software es donde se realizan los trabajos de geología, producción y reservas. Una vez importados los avances de las obras, se elaboran sus wireframes que, al ser agregados a los datos de los rebajes anteriores, que permite configurar los sólidos de las obras completas.

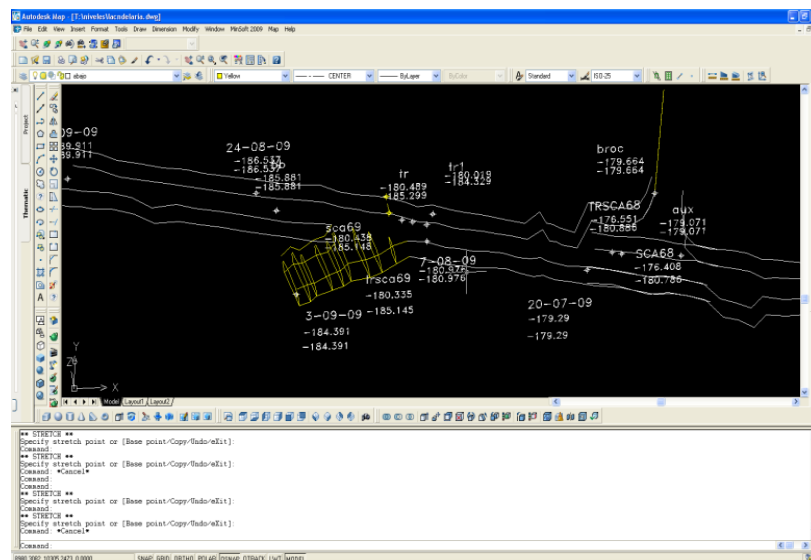


Figura N° 17 Detalle de las obras en “Autocad”

Los productos de **CAE Mining** ya han sido utilizados durante algunos años por la compañía, pero en un principio se utilizó una versión anterior a la “**Studio 3**”, en la cual se crearon diversos macros para importar los datos de topografía y para el cálculo de reservas.

### Reservas minerales.

Los datos obtenidos por medio de la exploración y los trabajos de muestreo que se realizan en el interior de la mina se utilizan para estimar las reservas minerales con las que el yacimiento cuenta. Este proceso se realiza en el departamento de geología, el módulo que se encuentra en el departamento de planeación tiene otro fin.

El cálculo de reservas minerales se realiza con una versión anterior a la del “**Studio 3**” y en la cual se desarrollaron una serie de macros que ejecutan los procesos geoestadísticos con mayor rapidez. Los datos de reservas obtenidos se almacenan en una base de datos global y las reservas se agrupan dependiendo de la zona geográfica en donde se ubican.

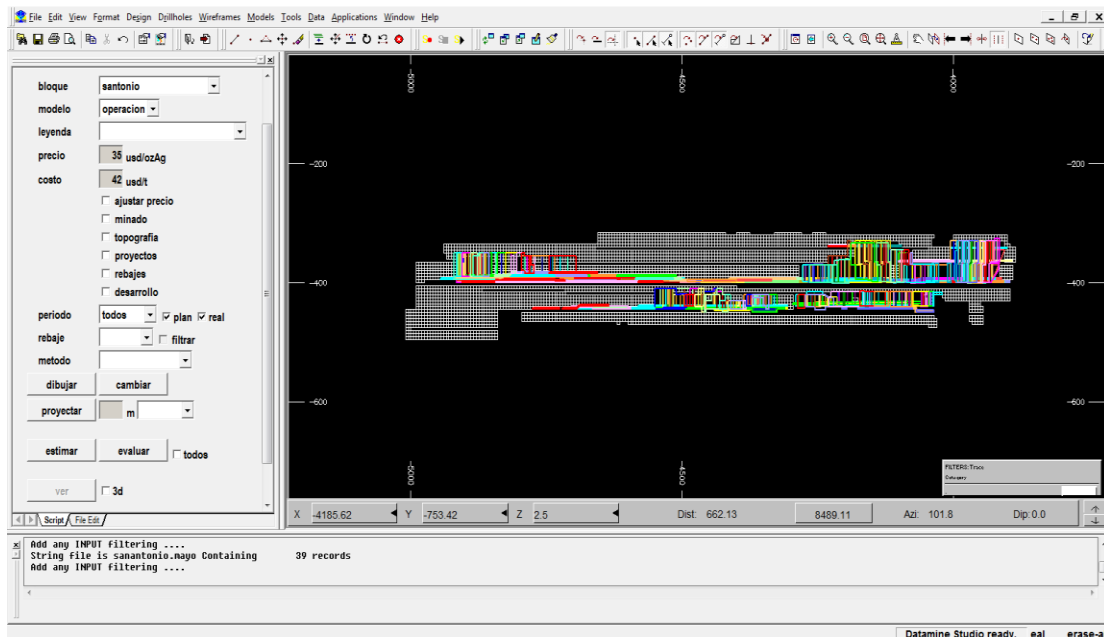


Figura N° 18 Base de datos global de reservas

La información de estas reservas se utiliza para definir las áreas que serán minadas. Cuando el material es extraído, se debe cuantificar la cantidad de mineral con el fin de actualizar las reservas y confirmar si los planes de explotación se llevan a cabo de la manera proyectada.

El conteo del material extraído es el que se realiza en el área de reservas del departamento de planeación y está enfocado principalmente a realizar la cuantificación económica de los materiales que son extraídos, tanto por la empresa como por los contratistas.

Con las actualizaciones quincenales de los avances realizadas por los topógrafos, los volúmenes de mineral explotado son calculados y, posteriormente, los resultados son almacenados en la base de datos general de reservas con la finalidad de que todos puedan tener acceso a los datos, ya sea para futuras proyecciones o para análisis económicos y geoestadísticos.

En sí el trabajo que se realiza con el software no es complicado, pero sí necesita de paciencia y cuidado al ingresar la información pues los errores pueden alterar significativamente los resultados.

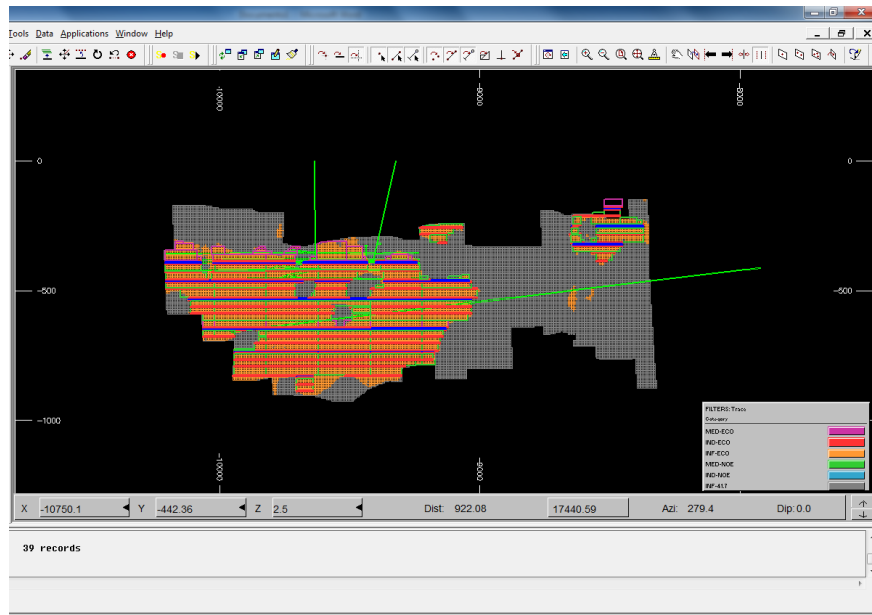
Desafortunadamente la nueva versión del software es incompatible con las macros creadas; lo que imposibilita la utilización de nuevas funciones que contiene “**Studio 3**”, como por ejemplo la facilitación para la impresión de los archivos, pues en las versiones anteriores era necesario importarlo a formatos “.*dwg*”.

## **Proyectos**

Esta área es la encargada de realizar los diseños que se requieren para la producción minera, es en donde más se utiliza el software.

La proyección de las labores que se realizan en la mina es efectuada en juntas semanales en las que participan geólogos, mineros y metalurgistas. Una vez definidos los objetivos, el personal del área de proyectos se encarga de realizar los trabajos de dibujo que sean necesarios y se encarga de distribuir esta información.

Aunque las proyecciones que se diseñan para la mina son almacenadas en la base de datos general (Figura No. 19) en realidad son diseñadas en la versión “**Studio 3**” ya que presenta una mayor potencia para el manejo de dibujos en 3D y sólidos, facilitando las tareas de diseño.



**Figura N° 19** Proyectos desarrollados en San Carlos Ramal 8 cargados en la base de datos global

Son pocas las herramientas necesarias para realizar los diseños mineros por lo que su aprendizaje es bastante rápido; pero es de suma importancia que para realizar las obras se cuente con una gran capacidad de visualización, pues el diseño de las obras debe ser proyectada de manera estratégica, tomar en cuenta las pendientes de las rampas, su curvatura, distancias económicamente factibles, obras de ventilación necesarias, etc.

Poder lograr que los futuros Ingenieros de Minas y Metalurgia sean capaces de diseñar las principales obras que conlleva cada método de explotación es una de sus principales tareas, pero es muy importante que puedan visualizar estas obras en un contexto tridimensional, es cada vez más frecuente el uso de software tipo CAD para el diseño minero, de ahí la importancia de proporcionar a los alumnos herramientas útiles para ser capaces de representar los conocimientos que se adquieren de manera teórica a forma tridimensional.

### **3.3.3 Capacitación proporcionada a los alumnos**

El desarrollo de un plan de capacitación para los alumnos de la carrera es primordial; además, se debe cumplir con los propósitos fundamentales de la capacitación (Siliceo, 2004) que son:

- Crear, difundir, reforzar, mantener y actualizar la cultura y los valores de los alumnos.



- Clarificar, apoyar y consolidar los cambios que se realicen en la institución.
- Elevar la calidad del desempeño de todos los participantes.
- Resolver problemas.
- Actualizar conocimientos y habilidades.

Inicialmente se decidió que el curso de capacitación a los alumnos de la carrera fuera simplemente una reproducción del curso que fue impartido por la compañía **CAE Mining** y el apoyo teórico sería tomado de los siguientes tutoriales que fueron proporcionados durante el curso:

- Manual de entrenamiento “**Studio 3**” de Geología
- Manual de entrenamiento “**Studio 3**” para diseño de minas subterráneas
- Manual de entrenamiento “**Studio 3**” para el diseño de minas a cielo abierto

Una vez definido cómo se realizarían los cursos, se hizo difusión de las fechas para realizar un sondeo de la demanda estudiantil y con ello precisar los grupos que tendrían que abrirse, dependiendo del número de integrantes y los horarios disponibles.

Por el número de alumnos que confirmaron la asistencia al primer curso del software se creó sólo un grupo, el cual tomaría clases dos veces por semana con una duración de hora y media por sesión. La relación de los participantes del primer curso se encuentra en la Tabla N° 10

**Tabla N° 10 Lista de alumnos del primer curso de capacitación**

|          | <b>Nombre</b>                 | <b>Semestre</b> |
|----------|-------------------------------|-----------------|
| <b>1</b> | Goslinga Arenas Juan Antonio  | 7°              |
| <b>2</b> | Armendáriz Luna Metzli Itzel  | 5°              |
| <b>3</b> | Hernández Juárez José Antonio | 5°              |
| <b>4</b> | Olivares Torres Edgar         | 5°              |
| <b>5</b> | Sánchez Martínez Marcos       | 5°              |
| <b>6</b> | Laurel Alarid Alejandro       | 5°              |
| <b>7</b> | Román López Jorge Alejandro   | 10°             |
| <b>8</b> | Vizueth Paz Sergio            | 7°              |

|           |                              |     |
|-----------|------------------------------|-----|
| <b>9</b>  | Solís Fuentes Giovanni       | 10° |
| <b>10</b> | Elizalde Aranda Gerardo      | 7°  |
| <b>11</b> | Torres Belmont Elías         | 9°  |
| <b>12</b> | López Sánchez Linda Rocío    | 10° |
| <b>13</b> | Chacón Wences Luis Eduardo   | 5°  |
| <b>14</b> | Cámara Corona Erick          | 9°  |
| <b>15</b> | Rangel Jacinto Samanta Josef | 5°  |
| <b>16</b> | Martínez Soriano Crescencio  | 10° |

El curso de capacitación inició el martes 3 de mayo de 2011 y se realizaron seis sesiones teniendo como último día de impartición el 24 de mayo del mismo año.

Sólo fueron seis sesiones debido a que el periodo de clases terminaba la última semana de mayo y se evitó la impartición durante el periodo de exámenes finales, entre otras causas por la dificultad de asistir por parte de los alumnos.

Conforme el curso se fue desarrollando, se percibió que algunas tareas no podían ser realizadas debido a que las licencias donadas no contenían los cuatro módulos presentes en el software “Studio 3” y sólo se contaba con el primer módulo que corresponde al área de Geología.

A pesar de ello, el curso se continuó impartiendo con normalidad dando prioridad a resolver las dudas de los participantes y practicar un poco más con los ejercicios realizados. El temario, que fue cubierto en su totalidad, se muestra en la Tabla N° 11.

Durante las sesiones de capacitación se observó que se necesitaba algún tipo de herramienta didáctica que facilitara la enseñanza, los tutoriales eran de gran ayuda pero algunas veces los procedimientos eran confusos, por lo que una vez comenzado el nuevo ciclo escolar una de las modificaciones y mejoras que se tomaron en cuenta para mejorar los cursos de capacitación fue la redacción de prácticas escritas, como con las que se cuenta en los laboratorios, con el fin de que los procedimientos de enseñanza se establecieran claramente y se mantuvieran en forma autodidacta y así no depender completamente de alguna persona para realizar la práctica, como es el caso de los prestadores del servicio social.

Tabla N° 11 Temario del primer curso de capacitación

### TEMARIO DE PRIMER CURSO

- Conociendo la Interfase
- Importando Datos de Barrenos
- Procesando los Datos de los Barrenos
  - Barrenos en 3D
- Compósito de las muestras
- Visualización y Ploteo de Secciones
  - Leyendas y Colores
- Cargando los contornos en la ventana Design
  - Creando y grabando la DTM
  - Visualizando la DTM
- Acerca del Modelamiento con Wireframes
  - Interpretando el yacimiento
- Generación de strings del modelamiento
- Conexión entre strings como wireframes
- Control sobre la conexión (tag strings)
  - Conexión (link) de strings
- Visualizando las wireframes

Por lo anterior, el curso que se impartió en el semestre 2012-1 se basó en diversas prácticas de laboratorio que hasta ese momento se estaban desarrollando, y cuyas características se explican más adelante en el apartado 3.4. La nueva jornada de sesiones de capacitación inició el 26 de septiembre del 2011, nuevamente con dos clases por semana, de hora y media cada una.

Durante las cinco semanas en las que se impartieron los cursos se abordaron los mismos temas del curso anterior, con la diferencia de que estos temas fueron clasificados en sólo cuatro prácticas escritas. No fue posible realizar más sesiones de prácticas debido a que el tiempo de vigencia de las licencias llegó a su fin. Pero con base en la respuesta que se obtuvo durante la impartición de los cursos, se pudo definir la mejor manera de llevar a cabo la capacitación.

Algunos de los participantes del segundo curso habían asistido al primer curso y, no obstante que los temas que se impartieron eran los mismos, algunas definiciones ya se habían olvidado, por lo que resulta evidente que la práctica constante con el software es necesaria para que los conocimientos no se pierdan. Además, el hecho de contar con una serie de pasos descritos en una práctica en un principio les dificultó las tareas, pero al

final los resultados fueron buenos pues ya podían realizar la práctica por sí mismos y la ayuda que necesitaban era mucho menor en comparación con la requerida en el primer curso.

Por estas razones, se llegó a la conclusión de que la mejor forma de capacitar a los alumnos sería a través de una serie de prácticas que se realicen en distintos semestres, con la finalidad de que los alumnos utilicen más el software y no sólo durante un cierto periodo como fue el caso de los primeros dos cursos. Además, los alumnos pueden tener la capacidad de realizar las actividades de manera autónoma, aunque siempre es importante la ayuda de personal especializado para que pueda resolver dudas o cualquier problema que se presente.

### **3.4 Elaboración de paquetes didácticos**

#### **3.4.1 *Revisión del plan de estudios vigente y su aplicación al nuevo plan***

Al inicio del semestre 2012-1 y una vez definido que se diseñarían una serie de prácticas escritas para la implantación del software en la carrera, se realizó un análisis del plan de estudios vigente con el fin de cotejar la herramientas que ofrece el software y su posible aplicación en distintas asignaturas impartidas a lo largo de la carga curricular de la carrera.

En el primer análisis se definió que se podrían realizar nueve prácticas, mismas que se impartirían desde el primer semestre, con el fin que los alumnos de nuevo ingreso comenzaran a conocer un poco más de algunas de las herramientas tecnológicas que se utilizan en la industria minera. La Tabla N° 12 muestra una correlación entre las asignaturas y las prácticas definidas.

La distribución de las prácticas se realizó de tal manera que se abarquen todas las soluciones que ofrece el software; es por eso que se toman en cuenta áreas de Geología, Geoestadística y Diseño de obras, tanto subterráneas como a cielo abierto

Uno de los puntos fundamentales al realizar este análisis consistió en generar bases sólidas con el fin de justificar la incorporación de estas prácticas en el nuevo plan de estudios de la carrera, el cual actualmente se está reestructurando para ser aplicado en la generación 2014-1.

Debido a que las prácticas están diseñadas para que los alumnos las puedan realizar de manera autónoma, se pretende que se ejecuten a lo largo del semestre en el que curse la asignatura en la cual están contenidas, por lo que resulta fundamental que los alumnos dispongan de un fácil acceso al software.

Tabla N° 12 Programa de prácticas para el uso del software en minería

|   |  |
|---|--|
| <p><b>GEOLOGÍA GENERAL (L) (P)</b><br/>9<br/>t:4.0; p:1.0; T=5.0</p>                                | <p><b>Conociendo la Interfase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comandos, volúmenes</li> <li>• Propiedades de barrenos, aplicando leyendas dependiendo de las propiedades.</li> <li>• Al final se les mostrará un modelo geológico terminado</li> </ul>                 |
| <p><b>GEOLOGÍA ESTRUCTURAL (P)</b><br/>9<br/>t:4.5; p:0.0; T=4.5</p>                                | <p><b>Loggeo y cargado de datos</b></p>  |
| <p><b>YACIMIENTOS MINERALES (P)</b><br/>7<br/>t:3.0; p:1.0; T=4.0</p>                               | <p><b>Diseño del modelo geológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con ayuda de barrenos, se buscará generar un modelo geológico dependiendo de las distintas litologías que presentan los barrenos (necesario conocer los distintos yacimientos minerales)</li> </ul> |
| <p><b>PREPARACIÓN MECÁNICA DE MINERALES (L) (P)</b><br/>9<br/>t:4.5; p:0.0; T=4.5</p>               | <p><b>Compósitos</b></p>   |
| <p><b>PROSPECCIÓN MINERA</b><br/>6<br/>t:3.0; p:0.0; T=3.0</p>                                      | <p><b>Clasificación de recursos y reservas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir cómo clasificar los datos en un modelo geológico, para asignar categorías a los recursos o reservas</li> <li>• Círculos de confiabilidad</li> </ul>                                |
| <p><b>GEOESTADÍSTICA</b><br/>6<br/>t:3.0; p:0.0; T=3.0</p>  | <p><b>Geoestadística</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de tonelajes y leyes</li> <li>• Covarianzas y variogramas</li> </ul>   |
| <p><b>EXPLORACIÓN DE MINAS SUBTERRÁNEAS (P)</b><br/>9<br/>t:4.5; p:0.0; T=4.5</p>                   | <p><b>Diseño de obras en minas subterráneas</b></p>  |
| <p><b>EXPLORACIÓN DE MINAS A CIELO ABIERTO (P)</b><br/>9<br/>t:4.5; p:0.0; T=4.5</p>                | <p><b>Diseño de minas a cielo abierto</b></p>  |
| <p><b>OPERACIONES AUXILIARES PARA LA EXPLORACIÓN DE MINAS (P)</b><br/>9<br/>t:4.5; p:0.0; T=4.5</p> | <p><b>Diseño de instalaciones auxiliares para la operación minera</b></p>  |

### 3.4.2 Plan de desarrollo didáctico

La planeación didáctica es una herramienta que todo instructor debe utilizar para desarrollar un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje por lo que resulta indispensable para conducir con éxito el proceso.

No se concibe un proceso de enseñanza-aprendizaje sistemático y ordenado sin una planeación didáctica acorde con las características, necesidades e intereses de los que reciben la capacitación. Esta planeación didáctica es capaz de asegurar:

- **La eficiencia.**- Pues ayuda a alcanzar los resultados previstos.
- **La economía.**- Logra los resultados con el menor costo en tiempo, trabajo y recursos.
- **La utilidad.**- Realiza las acciones que contribuyen a alcanzar los aprendizajes deseados.
- **El orden.**- Asegura la secuencia adecuada para lograr los resultados esperados.
- **La amplitud.**- Posee una visión de conjunto del proceso didáctico para que sirva a los fines educativos más amplios.

Estas son algunas razones por las que un plan de desarrollo didáctico debe ser realizado de tal manera que logre tener éxito el proceso de implantación del software especializado dentro de plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

Una de las herramientas que se utilizará para poder definir este plan de desarrollo se definió como “Paquete Didáctico”, el cual consiste en un conjunto de materiales que concretan, operativamente, los siguientes cuatro organizadores:

1. Objetivos
2. Contenidos
3. Metodología
4. Evaluación.

Uno de los objetivos de estos paquetes didácticos consiste en brindar al profesor y al estudiante los materiales de calidad que les permitan trabajar conjuntamente para lograr los objetivos en el área de conocimiento en que la que se está aplicando.

El desarrollo de un paquete didáctico tiene varias etapas a partir de la conformación del equipo de trabajo que realizará la tarea, en este caso los prestadores del servicio social. La secuencia de procesos a seguir se muestra en la siguiente figura.

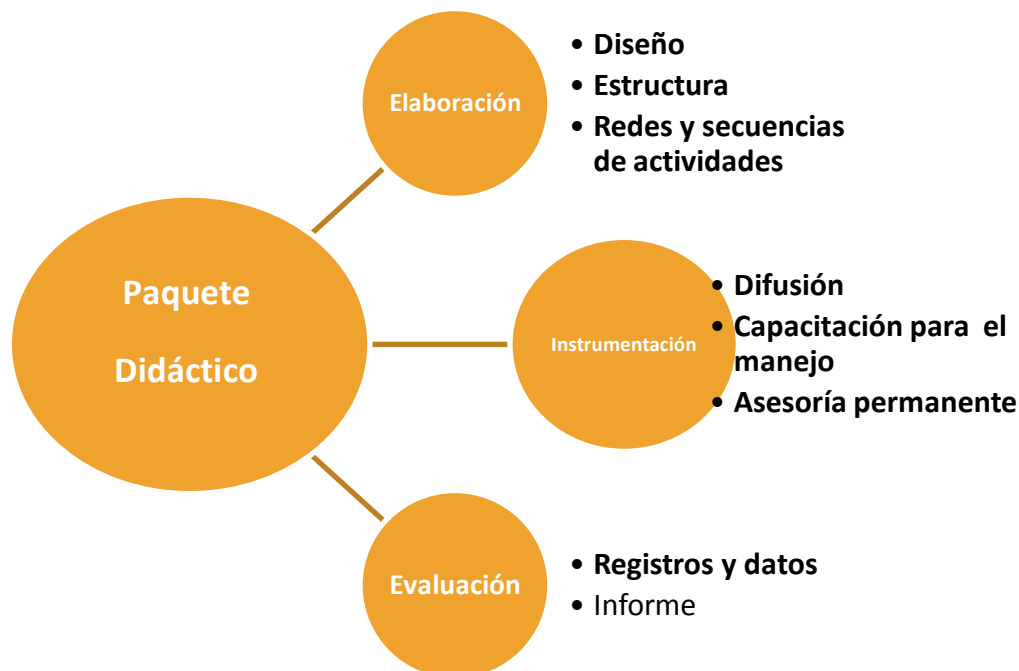


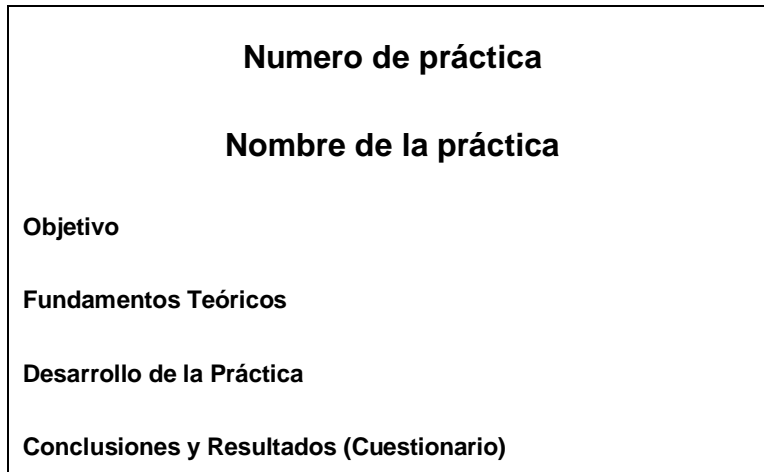
Figura N° 20 Desarrollo del "Paquete Didáctico"

La primera etapa se enfoca a buscar los elementos teóricos que sean consistentes con los estándares manejados en la institución y que puedan dar lugar a un producto que sea viable. No hay nada más práctico que una buena teoría (IPN, s.f).

Con base en la investigación sobre los estándares, se creó un modelo para la estructura de cada práctica, el cual se muestra en la Figura N° 21

Considerando que el paquete didáctico se encuentra en una fase beta <sup>17</sup>, es necesario continuar experimentando con grupos piloto de alumnos hasta alcanzar el nivel que permita el lanzamiento y la publicación de la versión definitiva.

<sup>17</sup> Término utilizado para definir las etapas de desarrollo de un software, y en este caso la fase beta representa la primera versión completa de un producto, que es posible que tenga errores pero es útil para realizar demostraciones.



**Figura N° 21 Estructura de las prácticas de laboratorio**

Se pretende que una vez elaborado el paquete, se procederá a difundir el material al personal que lo utilizará y para realizar el seguimiento de este, se elaborarán formatos que permitan registrar el uso del material y las mejoras que se pueden realizar. Para efectuar esta difusión la coordinación se acudido a la Unidad de Apoyo Editorial (UDAE) de la Facultad de Ingeniería, la cual forma parte de la Secretaría General encargada de brindar servicios editoriales a los que elaboran material didáctico escrito, en lo referente a la revisión de los textos (estructuración didáctica y corrección de estilo) y producción de originales (tipografía, diseño editorial y formación de originales).



### 3.5 Campaña de difusión

El objetivo central de crear una campaña de difusión consiste en divulgar los beneficios del proyecto a través de los distintos mecanismos de comunicación con los que cuenta la facultad y lograr con ello la participación de los alumnos. Dicha difusión se realizó con el objeto de mantener la atención en el proyecto y su continua publicación, pues se busca satisfacer la demanda de información por parte de los lectores.

Una vez analizadas las características de la población a la que la difusión sería dirigida, se diseñaron las ideas centrales de los mensajes transmitidos y se tomó la decisión de elaborar boletines a través de los cuales se dieran a conocer los avances tecnológicos más relevantes en el ámbito de la minería, creando un nuevo vínculo para que los alumnos y profesores se interesen por estas herramientas y se interesen por conocer de ellos y aprender a utilizarlos.

Para el diseño de los boletines se estudiaron las siguientes fases:

- Determinación de la idea central de cada mensaje.
- Ensayo de títulos y textos sobre la idea central, hasta perfeccionarla.
- Visualización de la idea general.
- Conformación de los títulos y textos.
- Definición de las ilustraciones gráficas.
- Realización del boletín.

Ya que se tratará de un boletín consecutivo, se le asignó el nombre de INOVA MINE. Además de presentar información relevante relacionada con software especializado en minería, sirve para informar a la comunidad estudiantil de las acciones que se están realizando a través del programa de servicio social.

Estos boletines son difundidos por medio del correo electrónico de los alumnos y también es impreso y publicado en las instalaciones de la coordinación de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

Se pretende también que los boletines sean distribuidos en toda la facultad con el apoyo de la Coordinación Digital y así poder difundir el boletín en la gaceta de la facultad, o bien a través de una impresión masiva de ellos y su colocación en los pizarrones de la facultad.

INOVA MINE Año 2013

## Softwares en la minería

**EDITORIAL**

El desarrollo de la tecnología en la minería, así como la información acerca del estado de la industria, es importante mencionar que este espacio está abierto para cualquier información relevante a la carrera, así que si estás interesado en participar contacta.



**¿Qué es un software tipo CAD ?**

La característica fundamental de los softwares CAD del inglés Computer Aided Design" (diseño asistido por computadora) o CAM del inglés "Computer Aided Manufacturing" (manufactura asistida por computadora) es que son herramientas que permiten la creación y modificación de modelos que se van definiendo. Dentro de las características que se le atribuyen están:

- Son desarrollados en lenguaje de programación estándar.
- Aplicaciones interactivas que permiten el uso de ratón.
- Responde por primera vez a las órdenes de los usuarios.
- Utiliza bases de datos relacionales.
- Interconectados con sistemas de gestión.
- Contienen toda la información producida durante la fase de diseño y de fabricación.

Para el año de 2017 que el Dr. Patrick Murray consultó el primer software CAD llamado "PROFIT" por ser el Dr. Murray ha sido llamado como fundador el padre del CAD/CAM.

Ante esto todo, a principios de los 80 años fabricados en el el laboratorio de la IBM en la ciudad de San José, Costa Rica, se creó un software llamado "BASIC" que era el primer software de este tipo de software.

Página 2

### Software de minería

Cuando se habla de minería, la mayoría se refiere a la actividad extractiva que se realiza en el planeta de una manera sostenible con el medio ambiente. Pero que sea sostenible para el futuro debe ir de la mano con un buen manejo de los recursos y no solo en el momento de la extracción, sino también en el momento de la transformación.

En los últimos días de la minería, se ha estado hablando de la sostenibilidad en términos de recursos, energía y medio ambiente. Esto no es una novedad, ya que es un requisito indispensable para mantener los recursos.

Con el tiempo la minería que siempre estuvo asociada a la explotación de recursos, hoy se ve como un sector que se ha desarrollado y que ha alcanzado un nivel de sostenibilidad que es muy diferente al que se tenía en los años 70 y 80.

Esto se debe a que se han desarrollado tecnologías que permiten un uso más eficiente de los recursos y que permiten un desarrollo sostenible.



**¿Y cómo se hacía antes de que existieran las computadoras ?**

Hay un dicho que dice: "antes de las computadoras se usaban tarjetas perforadas". Esto significa que antes de las computadoras se usaban tarjetas perforadas para almacenar y procesar datos.

Esto se hacía porque las computadoras de esa época no tenían memoria suficiente para almacenar grandes cantidades de datos. Por lo tanto, se usaban tarjetas perforadas para almacenar los datos y luego se los introducía en la computadora para que los procesara.

Esto era muy lento y costoso, pero era la única manera de almacenar y procesar grandes cantidades de datos en ese momento.

Con el tiempo, se fueron desarrollando tecnologías que permitieron almacenar y procesar grandes cantidades de datos de manera más eficiente y económica.

Esto permitió el desarrollo de aplicaciones que hoy en día son comunes, como los sistemas de gestión de recursos humanos, los sistemas de contabilidad, etc.

INOVA MINE Año 2013

Volúmenes N.º 3

## Softwares en la minería

**EDITORIAL**

La tecnología está a nuestra mano. Es importante saber que ha ido evolucionando y como se que ha logrado mejorar nuestra vida y nuestro entorno. Lo ha hecho también en la industria, no siendo la excepción el área de la minería y la metalurgia.

Actualmente existen diversas herramientas computacionales que han ampliado considerablemente nuestra vida.

Observando una gran importancia, se ha creado un programa de Servicio Social para acercar a los alumnos a las tecnologías, equipos y herramientas que se utilizan en la industria.

**¿Qué es un Software ?**

Existen varias definiciones aceptadas para software, pero probablemente la más formal sea la siguiente:

**Clasificación del software**

Se pueden clasificar tres tipos de software:

- 1) Software de sistemas: Es aquel que permite que el hardware funcione.
- 2) Software de aplicación: Es aquel que permite a los usuarios realizar actividades específicas.
- 3) Software de desarrollo: Es aquel que permite a los programadores desarrollar nuevos programas.

Por ejemplo:

- Sistemas operativos
- Controladores de dispositivos
- Servicios

Por ejemplo:

- Software educativo
- Software médico
- Software de diseño
- Software de desarrollo

En la industria de software y las ciencias de la computación, el software es un conjunto de programas que permiten a los usuarios realizar actividades específicas.

Página 3

### Actividades mineras en la luna 2020

NASA planea reutilizar su nave espacial en la luna para el año 2020, para lo cual utilizará una base permanente y construirá un sistema de transporte para ir y venir, según afirma un funcionario espacial nort.

En estos momentos, el Helio-3 tiene un precio de 7 mil dólares el gramo y se calcula que en la luna hay 30 kilogramos en todo el mundo.

Por otra parte, un investigador de la Universidad de Wisconsin, Gerald Klomparens, ha creado un reactor con Helio-3, pero solamente ha logrado generar pequeñas cantidades de energía y consume más de lo que produce.

El Helio-3 es un isótopo radiactivo del Helio que podría ser utilizado en fusión nuclear.

En caso de la Tierra para abundante en la luna, se ve por algunos expertos como el combustible ideal porque es incombustible y casi no genera subproductos radiactivos.

**"Helio-3, 7 mil dólares el gramo"**

La luna no es una opción atractiva por el momento. Sin embargo, con los años, una mayor demanda y precios altos de Helio-3, los científicos del mundo se multiplican a la espera de miles de dólares por gramo. Así que algunas empresas privadas están interesadas en ir a la Luna y traer Helio-3 para lo que se necesitan.



Figura N° 22 Ejemplo de boletines informativos "INOVA MINE"

#### 4. Nuevos campos de aplicación

Hoy en día la actividad minera es altamente mecanizada y los recursos humanos, tradicionalmente experimentados gracias al conocimiento heredado a través de los años, han evolucionado hacia una nueva clase de empleados, aquellos calificados y capaces de crear sistemas de minado diseñados y planeados mediante las herramientas tecnológicas (Coll , Sánchez, Morales, 2002). Esta necesidad de actualización ha generado proyectos educativos como el que dio origen a esta tesina. Si bien las soluciones que el software ofrece son bastante amplias, las necesidades de la industria cada día crecen, por lo que resulta viable tener en mente la expansión de este proyecto hacia la utilización de otros softwares de apoyo.

Cuando se realizó el análisis del plan de estudios de la carrera, se notó que existen diversas asignaturas en las que la incorporación de prácticas relacionadas con algún software es posible o inclusive ya se llevan, pues en el mercado ya existen productos que cubren los temas abordados en la teoría, solo se necesita crear la manera para que todos los alumnos de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia puedan tener acceso a estas herramientas.

Durante la primera etapa del proyecto no se profundizó en la elaboración de prácticas con otros softwares, pero se han identificado diversos productos que pueden ser utilizados. En algunos casos se tiene que analizar la compra de las aplicaciones pero existen otros que son de acceso libre e inclusive algunos más que ya obran en poder de los profesores de la división y que utilizan al impartir sus asignaturas.

En el área de geología existe una gran variedad de software que actualmente se encuentra en uso en la facultad, pero no se utilizan con frecuencia en las materias de dicha área que se encuentran dentro de la carga curricular del minero-metalurgista. Es por ello que la búsqueda de programas afines es necesaria, así como que la realización de prácticas sea obligatoria sin depender del profesor que imparta la materia.

Pero el área de geología no es la única, tampoco en metalurgia se dispone de los programas que primordialmente realizan los cálculos pertinentes para la automatización de las plantas de beneficio.

Si bien un software como **“Datamine Studio 3”** proporciona herramientas suficientes para generar un modelo válido para la explotación de cualquier yacimiento minero, existen

otras aplicaciones tipo CAD que se pueden utilizar para otras áreas de la planeación, creando un modelo de explotación más completo, por ejemplo programas como “**Ventsim**”<sup>18</sup> el cuál puede ser de gran ayuda para generar cálculos para una adecuada ventilación en una mina subterránea; O paquetes de automatización y control numérico (tipo CAM) como “**Dispatch**”<sup>19</sup> son ideales para administrar la logística de los camiones de acarreo en una mina a cielo abierto.

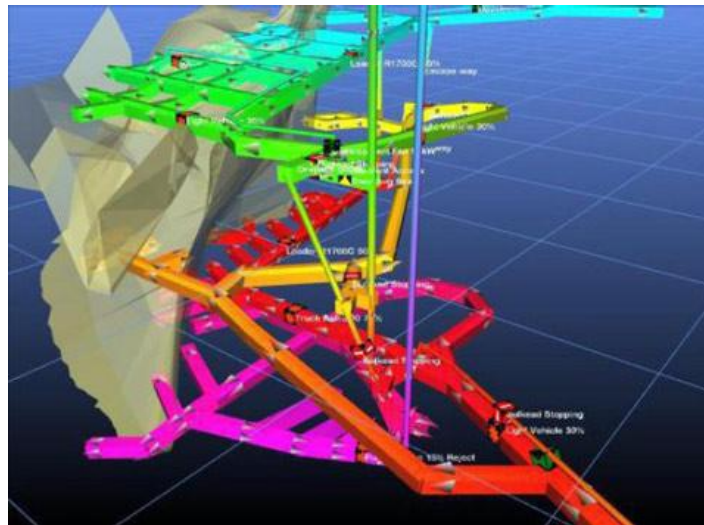


Figura N° 23 Modelo de ventilación en software “Ventsim”

Algunas empresas reconocen la importancia de este tipos de herramientas para la minería, por lo que compañías como **Soluciones Mineras Libres SRL. (SoIMine)**, propone una solución al problema de poco acceso a las herramientas debido a recurso limitados, como el caso de la academia. Su objetivo es distribuir softwares libres (SOLUCIONES, s.f)

La posibilidad de poder utilizar este tipo de programas dentro de la academia es factible, dando un seguimiento adecuado a los mismos y con el apoyo de todo el personal que se encuentra inmerso en el proyecto (Profesores-Alumnos-Empresarios).

Son numerosos los softwares en el mercado que son utilizados en el mercado, pero lo importante es poder conocer cuáles son sus funcionamientos básicos y así poder identificar las tareas que serán simplificadas, sin olvidar que es estas herramientas, como

<sup>18</sup> **Ventsim**.- Paquete de simulación de ventilación diseñado para suponer flujos de aire, a partir de un modelo de obras de ventilación con una interfaz gráfica 3D

<sup>19</sup> **Dispatch** Es una aplicación o módulo que emula una operación minera en tiempo real, generalmente usado para simular la operación de carga y transporte (Pala-Camión) por un periodo de tiempo determinado

su nombre lo dice, son solo apoyos que no resolverán los problemas, pero si servirán para reforzar los conocimientos adquiridos en la asignaturas.

Otro ejemplo de nuevos campos de aplicación se observa en el proyecto denominado, *“Maquetas tridimensionales del relieve terrestre y su uso en la docencia en Ciencias de la Tierra”*, dirigido por el Ing. Jorge Nieto Obregón, que fue presentado en el Seminario de Investigación y Docencia 2012 organizado por la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. En el tema se expone la importancia que tienen las maquetas como apoyo para los profesores al momento de explicar los conceptos en dos dimensiones o visualizaciones 3D y con ello reforzar el entendimiento por parte de los alumnos.

Los materiales didácticos utilizados para este fin son realizados de dos maneras, la primera, una forma manual en la que una cortadora digital secciona cada cota y estas se superponen una tras otra para después colocar una resina, que será pulida hasta formar el relieve deseado. La segunda consiste en una impresora 3D la cual se basa en un archivo tipo CAD y con ayuda de un polímero se va creando la pieza diseñada. Este tipo de impresoras es poco conocida, pero la facultad ya cuenta con una de estas características que sirve para crear prototipos utilizados en el departamento de mecánica.

La idea de poder crear prototipos físicos de cualquier diseño minero realizado en algún software tipo CAD puede redituarse en una mejor comprensión de los conocimientos que hasta la fecha sólo se comunican de manera bidimensional.



Figura N° 24 Reportaje acerca de la conferencia de maquetas tridimensionales

Como se menciona en apartados anteriores, las licencias donadas han expirado, por lo que la segunda etapa del servicio social se está llevando a cabo. Debido a que algunas empresas han creado convenios con las universidades con el fin de disminuir los costos de adquisición, la coordinación de la carrera trabaja en la adquisición de producto distribuido por la compañía **Gemcom**.

Dentro de los beneficios que puede generar el uso del software de diseño **“Surpac”** están:

- Administración de los datos de barrenación, modelado geológico y de bloques, geoestadística, diseño de minas, planeación minera y estimación de reservas, entre otras.
- Propicia un aumento en la eficiencia dentro de las áreas de trabajo, gracias a que mejora el intercambio de datos, técnicas y conocimiento del proyecto.
- Mediante **“Surpac”** es posible automatizar todas las tareas que se realizan en la operación minera y alinearlas con los procesos y flujos de datos específicos que maneja la empresa.
- Contiene una interfaz sencilla, lo que propicia su facilidad de uso, garantizando una rápida comprensión del sistema y de la información del proyecto por parte del personal.
- **“Surpac”** se puede personalizar de forma fácil dependiendo de los datos específicos de cada operación.
- El software reduce la duplicación de archivos mediante su conexión directa con su base de datos, además de ser compatible con formatos de archivo comunes en programas como GIS y AutoCAD.
- Otra característica con la que cuenta es que dispone de un respaldo multilingüe a través del cual se puede cambiar rápidamente el idioma de la aplicación al inglés, chino, ruso, español, alemán o francés.

Esta última característica permite que el software sea mucho más amigable con el usuario, dando una ventaja para la facilidad de su aprendizaje.

Una vez obtenido el software comenzará la impartición de nuevos cursos y la aplicación de las prácticas que quedaron pendientes en la primera etapa del servicio social.

## Conclusiones y Recomendaciones

- En este trabajo se exponen las acciones realizadas durante la primera parte del Proyecto Integral del Servicio Social Universitario, las cuales consistieron en crear y llevar a cabo, los primeros pasos para la incorporación del uso de un software especializado dentro de la carga curricular de los alumnos de la carrera de minas y metalurgia.
- El software que se implemento en la parte inicial del proyecto cuenta con características tipo CAD para modelado de yacimientos y diseño de obras mineras principalmente, pero las acciones descritas en este trabajo pueden ser utilizados para la incorporación de cualquier otro tipo de software especializado utilizado en minería.
- El uso de softwares utilizados en minería complementa las aptitudes para diseño de un egresado de la carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, pero es importante mencionar que estas herramientas no se manejan solas así que se tienen que reforzar los conocimientos teóricos con los que cuentan los alumnos.
- El paquete didáctico no se concluyó debido a que las licencias del software expiraron, por lo que la adquisición de otro software con las mismas características es importante para poder terminar el paquete de prácticas.
- La creación del Servicio Social Universitario es importante para lograr la cooperación de alumnos de la carrera, con el fin de completar la estrategia para incorporación del software.
- Las prácticas que se desarrollaron durante el periodo del servicio social fueron revisadas y probadas por los alumnos de grupo piloto de capacitación, además, su diseño no está hecho para funcionar para una sola marca de software, se pueden adecuar dependiendo del producto que se desee utilizar.
- Los alumnos de la carrera están interesados en poder utilizar las aplicaciones tipo CAD, es por eso que se necesita dar seguimiento al proyecto para poder incorporar la estrategia completamente.
- El paquete didáctico que se elabora, está diseñado con una visión autodidáctica, es decir, que los alumnos sean capaces de elaborar las prácticas solos, sin embargo es importante que se cuente con la ayuda de personal especializado, pues siempre es necesario que se resuelvan dudas o que sea capaz de solucionar problemas operacionales del software.

- Debido a que las prácticas serán elaboradas para que se realicen sin tener una programación de tiempo definida, es importante que se cuente con la infraestructura capaz de proporcionar un fácil acceso a los alumnos y profesores. Es por eso la importancia de dar seguimiento a los trabajos de remodelación y soporte técnico que se realizan en el Departamento.
- La compra de nuevos productos es necesaria y se deben de tomar en cuenta las nuevas alternativas de software, al igual que considerar los recursos de inversión para poder adquirir estos productos.
- Debido a que la Facultad de Ingeniería cuenta con recursos limitados es necesario poder identificar las herramientas que proporcionen las mayores facilidades, además de identificar otras maneras para recabar fondos, como el trabajo de investigación del personal docente o bien donativos de empresas mineras.
- La utilización de softwares libres o de aquellos a los que ya se tiene acceso en la facultad, es factible, solo se necesita poder realizar las tareas necesarias para que los alumnos puedan tener acceso a estas herramientas.



## Referencias

- ANALISTA DE NOTICIAS – INFOMINE( 2010) *PROMINE - Nueva Herramienta de Autocad Para Geología y Minería* Recuperado de:  
<http://noticiasmineras.mining.com/2010/08/15/promine-nueva-herramienta-de-autocad-para-geologia-y-mineria/>
- ARGOTE VEA-MURGUÍA JOSÉ IGNACIO (s.f) *Diseño asistido por ordenador* Recuperado de <http://personal.telefonica.terra.es.pbidi.unam.mx:8080/web/cad/index.htm>
- AUTODESK (s.f) *AutoCAD Software de diseño 2D y 3D poderoso y flexible* Recuperado de <http://mexico.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=14611544&siteID=1002155>
- CAE MINING (s.f) *Software and Simulation Products* Recuperado de:  
<http://www.cae.com/en/mining/products.asp>
- CONSEJO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA (2005) *Plan y programas de estudios de la Licenciatura de Ingeniería de minas y metalurgia*, Facultad de Ingeniería, UNAM. Recuperado de [http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/fundamentaciones/fund\\_minas.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/fundamentaciones/fund_minas.pdf)
- COLL HURTADO ATLÁNTIDA, SÁNCHEZ SALAZAR MARÍA TERESA - MORALES JOSEFINA (2002) *La minería en México*. Instituto de Geografía UNAM
- DEFNIC SOFTWARE AND CONSULTING (s.f) *Dispatch Software* Recuperado de [http://www.dispatchedsoftware.com/dispatch\\_software.htm](http://www.dispatchedsoftware.com/dispatch_software.htm)
- DURON ESQUIVEL GABRIEL (s.f) *Plan de acción. Hacia una ejecución efectiva de las tareas y metas programadas*. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/planaccion.htm>
- GACETA DE FI UNAM (2010). Época 2. año III. Número 15. Noviembre Recuperado de [http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/gaceta/2010/gaceta\\_15\\_2010.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/gaceta/2010/gaceta_15_2010.pdf)
- GEMCOM (s.f) *Surpac customer stories* Recuperado de <http://www.gemcomsoftware.com/customer-stories/surpac>
- HARVEY M. DEITEL SITESA (1989) *Introducción a los sistemas operativos*.
- HENRY C. LUCAS JR (1987) *Sistemas de información análisis diseño puesta a punto*. Paraninfo Madrid

- IPN, SECRETARIA ACADÉMICA- CENTRO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA *Plan de trabajo para el desarrollo de Paquetes Didácticos*.
- LINFO (Linux Information Project) (Octubre 2004) *GUI Definition* Recuperado de : <http://www.linfo.org/gui.html>
- MAPTEK (s.f) *Vulcan* Recuperado de <http://www.maptek.com/cl/productos/vulcan/>
- PROMINE MINING & GEOLOGY SOFTWARE (s.f) *Promine 2010* Recupedado de: <http://www.promine.com/products.php>
- RAMÍREZ FIGUEROA GABRIEL, 2010. Documento interno, Investigación del Perfil del Egresado de la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista / Coordinación de la Carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, Facultad de Ingeniería, UNAM / México
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (s.f) *Diccionario de la real academia de la lengua* Recuperado de: <http://www.rae.es/rae.html>
- RICHARD E. FAIRLEY (1992) *Ingeniería del software*. Mc. Graw-Hill 1992
- SECRETARÍA GENERAL FACULTAD DE INGENIERÍA (s.f) *Unidad de Apoyo Editorial (UDAE)* Recuperado de <http://sgeneral.fi-a.unam.mx/udae/>
- SILICEO AGUILAR ALFONSO (2004) *Capacitación y Desarrollo Personal*. Editorial LIMUSA
- SOLUCIONES MINERAS LIBRES S.R.L (s.f) *Quienes somos*. Recuperado de <http://solucionesmineraslibres.com/software-minero>. Consultado Noviembre 2012

## Glosario

### Bloque

**Cad.-** (Del acrónimo Computer Aided Design)

1. En español Diseño Asistido por Computadora. Se entiende por un sistema informático que automatiza el proceso de diseño de algún tipo de objeto.

**Cam. -** (Del Acrónimo Computer Aided Manufacturing )

1. En español Fabricación asistida por ordenador. El término se refiere a la utilización de ordenadores para tareas técnicas y de gestión técnica en la fabricación y montaje, como la elaboración de planos de mecanizado, planos de herramientas, incluyendo la programación.

**Compilador- ar.-** (Del lat. compilātor, -ōris).

- 1 - adj. Que compila. U. t. c. s.
- 2 m. Inform. Programa que convierte el lenguaje informático empleado por el usuario en lenguaje propio del computador.

**Hardware.-** (Voz ingl).

1. m. Inform. Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora.

**Interface.-** (Del inglés interface, superficie de contacto).

1. Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes. Real Academia Española. En este caso se refiere a lo transmitido en la pantalla de la computadora y que es visto por el usuario.

**Macro.-** (Acort.).

1. amb. Inform. macroinstrucción. Secuencia de instrucciones que se realizan automáticamente con una sola orden

**Modelo geotécnico**

**Potencia.-** (Del lat. potentia)

1. f. Capacidad para ejecutar algo o producir un efecto.

**Procesos geoestadísticos**

**Recursos**

1. Los recursos minerales se definen como todos los metales, minerales, rocas, que pueden ser utilizados por el hombre y que existen en el suelo y subsuelo.

**Reservas**

1. Los recursos minerales que se encuentran comprobados dentro de un yacimiento minero.

**Software.-** (Voz ingl.).

1. m. Inform. Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

**Wireframe.-** (Voz Inglesa)

1. Diseño presentado como imagen semitransparente, de la cual solo se dibujan las aristas de la malla que constituye al objeto.

## Anexo 1 Hoja de registro del Servicio Social Universitario



Usuario: FACULTAD DE INGENIERIA

| Identificación Del Programa       |   |                    |                            |
|-----------------------------------|---|--------------------|----------------------------|
| Clave                             | 2011 - 12 / 81 - 1799   |                    |                            |
| Institución u organismo social    | UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO   |                    |                            |
| Dependencia ejecutora             | FACULTAD DE INGENIERIA  |                    |                            |
| Area de adscripción               | DEPARTAMENTO DE EXPLOTACION DE MINAS Y METALURGIA   |                    |                            |
| Página web                        |   |                    |                            |
| Coordinador Administrativo        |   |                    |                            |
| Nombre                            | M. EN A. GABRIEL RAMIREZ FIGUEROA   |                    |                            |
| Cargo                             | COORDINADOR DE LA CARRERA DE ING. DE MINAS Y METALURGIA   | Profesión          | MAESTRIA EN ADMINISTRACION |
| Domicilio                         | AVENIDA UNIVERSIDAD NO.3000   | Colonia            | COPILCO                    |
| Código postal                     | 04510   | Correo electrónico | gramirez@dictfi.unam.mx    |
| Teléfono                          | 56-22-08-53 EXT. 163  | Fax                | 56-22-08-53 EXT. 103       |
| Delegación o municipio            | TLALPAN   | Entidad federativa | DISTRITO FEDERAL           |
| Responsable De Programa Y Alumnos |   |                    |                            |
| Nombre                            | M. EN A. GABRIEL RAMIREZ FIGUEROA   |                    |                            |
| Cargo                             | COORDINADOR DE LA CARRERA DE ING. DE MINAS Y METALURGIA   | Profesión          | MAESTRIA EN ADMINISTRACION |
| Domicilio                         | AVENIDA UNIVERSIDAD NO.3000   | Colonia            | COPILCO                    |
| Código postal                     | 04510   | Correo electrónico | gramirez@dictfi.unam.mx    |
| Teléfono                          | 56-22-08-53 EXT. 163  | Fax                | 56-22-08-53 EXT. 103       |
| Delegación o municipio            | TLALPAN   | Entidad federativa | DISTRITO FEDERAL           |
| Información Del Programa          |   |                    |                            |
| Nombre                            | INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA                       |                    |                            |
| Objetivo                          | DESARROLLAR MATERIAL DIDACTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA APLICACION DE SOFTWARES ESPECIALIZADOS EN EL DESARROLLO DE MODELOS GEOLOGICOS Y EL DISEÑO DE OBRAS MINERAS |                    |                            |
| Metas o productos finales         | DESARROLLO DE MANUALES DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE COMPUTO, CURSOS INTERNOS, ARTICULOS ESPECIALIZADOS Y DE ACTUALIDAD. ELABORACION DE TESIS                    |                    |                            |
| Población Beneficiada             |   |                    |                            |

|  |  |  |         |
|--|--|--|---------|
| <b>Problemática por atender</b>  |  |  |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> <li>• Proyectos productivos</li> </ul>   |  |  |         |
| <b>Alcance del programa</b>  | Nacional                               | <b>Asentamiento</b>  | Ambos   |
| <b>Población</b>   | No marginada                           | <b>Tipo de atención</b>  | Directa |
| <b>Por edad</b>  | Adultos                                |  |         |
| <b>Por género</b>  |  | <b>Por número</b>  |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• No. de hombres: 0</li> <li>• No. de mujeres: 0</li> </ul>   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No. de personas: 0</li> <li>• No. de familias: 0</li> <li>• No. de grupos: 0</li> </ul> |         |
| <b>Apoyos</b>  |  |  |         |
| <b>Académicos</b>  | <b>Económicos</b>                      | <b>Otras prestaciones</b>  |         |
|  |  |  |         |
| <b>Ubicación Del Prestador</b>   |  |  |         |
| <b>Tipo de ubicación</b>   | Gabinete Campo / investigación Escuela |  |         |
| <b>Entidad federativa</b>  | DISTRITO FEDERAL                       |  |         |
| <b>Delegación o municipio</b>  | COYOACAN                               |  |         |
| <b>Colonia o localidad</b>   | MEXICO, DF                             |  |         |
| <b>Días</b>  | Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes  |  |         |
| <b>Horario</b>   | Mixto                                  |  |         |
| <b>Requisitos</b>  | ALUMNOS DE 5° SEMESTRE EN ADELANTE     |  |         |
| <b>Carreras Y Actividades</b>  |  |  |         |
| <b>INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA</b>  | <b>Número de prestadores: 5</b>        | <b>Plazas ocupadas: 2</b>  |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• PARTICIPACION EN EL ENTRENAMIENTO PARA EL USO Y LA APLICACION DE SOFTWARES ESPECIALIZADOS</li> <li>• INVESTIGACION DOCUMENTAL RELACIONADA CON LAS TECNICAS DIDACTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE SOFTWARES A NIVEL LICENCIATURA</li> <li>• DESARROLLO DE PRACTICAS DE LABORATORIO PARA LA ENSEÑANZA DEL SOFTWARE EN LA CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA</li> <li>• DESARROLLO DE LOS MANUALES DE LABORATORIO PARA LA ENSEÑANZA DEL SOFTWARE EN LA CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA</li> <li>• COLABORACION EN LA ELABORACION DE ARTICULOS ESPECIALIZADOS Y DE ACTUALIDAD</li> <li>• PARTICIPACION EN PROYECTOS DE CAMPO</li> <li>• ELABORACION DE TESIS RELACIONADAS</li> </ul> |  |  |         |
| <b>Tipo de actividades</b>   | Apoyo a la docencia                    |  |         |
| <b>Tipo de intervención</b>  | Unidisciplinario                       |  |         |
| <input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Evaluar"/> <input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Salir"/>   |  |  |         |

## Anexo 2 Reportes de Servicio Social Universitario

**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Facultad de Ingeniería, UNAM.

**P r e s e n t e.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el Primer Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 17 marzo del 2011 al 17 mayo del 2011

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería  |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b> |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799  |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES  | Horas          |                                |
|   | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Planeé y programé, junto con el asesor, las actividades que realizaré en el curso y servicio (15 hrs.)  | 59 Horas       | 59 Horas                       |
| 2.- Busqué y adquirí herramientas de trabajo tales como software, revistas etc. (8 hrs.)  |                |                                |
| 3.- Busqué información, redacté el primer boletín y lo enviamos a los compañeros (12 hrs.)  |                |                                |
| 4.- Preparé material didáctico para la impartición del Taller "Uso de Datamine" (15 hrs.)   |                |                                |
| 5.- Comencé con la impartición del Taller (9 hrs.)  |                |                                |

### **Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Durante este primer bimestre se difundió información de tecnología útil para los alumnos de la carrera de minas y metalurgia, por medio de nuestro boletín. Además fue impartido un curso del Software de datamine, a alumnos de diferentes generaciones de nuestra carrera, en el cual se impartieron nociones básicas de la aplicación de este software en el área de geología.

### **Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Adquirir nuevos conocimientos sobre los softwares que se utilizan en nuestra industria, y herramientas necesarias para la impartición de cursos.

**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**Facultad de Ingeniería, UNAM.**

**Presente.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el Segundo Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 18 mayo del 2011 al 17 julio del 2011

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería  |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b> |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799  |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES  | Horas          |                                |
|   | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Impartí últimas semanas del curso "Uso de Datamine" (4hrs.)   |                |                                |
| 2.- Realicé una estancia en la unidad Fresnillo plc, para la práctica y adquisición de nuevos conocimientos sobre el software Datamine (190 hrs.)                         | 194 Horas      | 253 Horas                      |

**Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Ayuda en el departamento de Planeación de la unidad Fresnillo plc, en la elaboración de planes de reservas anuales y actualización de base de datos de explotación.

**Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Conocí el uso que se le da a este Software de manera profesional, y los conocimientos que son útiles para la aplicación del mismo.



**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**Facultad de Ingeniería, UNAM.**

**Presente.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el Tercer Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 18 de julio del 2011 al 17 de septiembre del 2011

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería  |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b>   |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799  |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES  | Horas          |                                |
|   | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Busqué información y redacté boletín (8 hrs.)<br>2.- Revisé boletín y envié a los compañeros (3hrs.)<br>3.- Redacté el plan de prácticas del curso de Datamine (5 hrs.)<br>4.- Redacté la primera práctica del Manual para la impartición de cursos sobre Datamine (8 hrs.)<br>5.- Investigué la posibilidad de poder realizar una impresión a escala mayor de nuestro boletín, con ayuda se servicios Escolares (3hrs.)<br>6.- Realicé una nueva estructuración al primer boletín con ayuda del departamento de Coordinació Digital de la facultad de ingeniería (7hrs.) | 34 Horas       | 287 Horas                      |

**Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Con la publicación de nuestro boletín difundimos información de interés para nuestros compañeros mineros, también logramos un vínculo con los compañeros de nuevo ingreso, a quienes también se les envió el boletín.

**Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Con ayuda de la coordinación de diseño rediseñamos el boletín, con lo que pude obtener conocimientos acerca de la elaboración de materiales didácticos y publicitarios.

**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**Facultad de Ingeniería, UNAM.**

**P r e s e n t e.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el Cuarto Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 18 de septiembre del 2011 al 17 de noviembre del 2011

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería  |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b> |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799  |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES  | Horas          |                                |
|   | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Redacté tres prácticas para la impartición de cursos sobre Datamine (35 hrs.)   | 71 Horas       | 358 Horas                      |
| 2.- Realicé visitas al departamento de Coordinación Digital de la Facultad para realizar avances sobre el boceto del boletín ( 6hrs)                                      |                |                                |
| 3.- Revisión junto con el equipo de sistemas, del salón donde se impartiría el curso, para verificar programa (6 hrs)   |                |                                |
| 4.- Impartición de curso de Datamine incluyendo clase introductoria ( 24 hrs)   |                |                                |

**Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Mediante la redacción de las prácticas y la impartición del curso del software, se creó un vínculo entre los conocimientos que se nos habían proporcionado y la comunidad estudiantil.

**Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Mediante la impartición del curso, reafirmé los conocimientos adquiridos sobre el software, además de fomentar la retroalimentación con los alumnos.

**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**Facultad de Ingeniería, UNAM.**

**Presente.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el Quinto Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 18 de noviembre del 2011 al 17 de enero del 2012

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería  |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b>   |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799  |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES  | Horas          |                                |
|   | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Recopilé información para sustentar informe para la compañía Fresnillo, tal como prácticas, boletines. (6 hrs.)   | 73 Horas       | 431 Horas                      |
| 2.- Redacté informe de actividades para presentación de actividades y solicitud de renovación de actividades (4 hrs.)   |                |                                |
| 3.- Actualicé la base de datos del correo del servicio social con datos de los alumnos de nuevo ingreso (15 hrs.)   |                |                                |
| 4.- Participé en el departamento de planeación de la unidad minera Charcas, con el fin de lograr una comparación en la utilización de otros softwares de minería. (48 hrs.) |                |                                |

**Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Gracias a la participación que tuve en el departamento de planeación pude difundir conocimientos adquiridos en las aulas acerca de Datamine y Autocad, aportando datos útiles en el área.

**Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Poder aplicar de manera profesional, los conocimientos adquiridos en la escuela. Poder difundir la información de manera fácil y útil.

**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**Facultad de Ingeniería, UNAM.**

**Presente.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el Sexto Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 18 de enero del 2012 al 17 de marzo del 2012

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería  |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b> |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799  |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES  | Horas          |                                |
|   | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Recopilé los resultados y comentarios de los alumnos del curso con el fin de corregir las prácticas (5 hrs.)  | 32 Horas       | 463 Horas                      |
| 2.- Revisé e identifiqué los puntos que podrían servir para corregir las prácticas (10 hrs.)  |                |                                |
| 3.- Revisé y corregí las prácticas realizadas para el curso de Datamine, al igual que se unificó formato (13 hrs.)  |                |                                |
| 4.- Revisé junto con el coordinador de la carrera las prácticas para justar los últimos detalles de las mismas (4 hrs.)   |                |                                |

**Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Gracias al análisis de los resultados de las prácticas y la revisión de los documentos, podemos proporcionar material didáctico de mayor calidad y más amigable.

**Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Obtener un mayor dominio de como analizar información crítica y poderla utilizar para mejorar el trabajo que realizo, al igual que mejorar mi forma de redacción.

**M. en A. Gabriel Ramírez Figueroa**  
**Coordinador de Servicio Social**  
**Carrera Ingeniería de Minas y Metalurgia**  
**División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**Facultad de Ingeniería, UNAM.**

**P r e s e n t e.**

Me permito presentar a la consideración de usted, el segundo Informe Bimestral de Actividades correspondientes al período comprendido del de 18 de marzo del 2012 al 17 de mayo del 2012

| Nombre de la dependencia: Facultad de Ingeniería   |                |                                |
|--|----------------|--------------------------------|
| Nombre del programa: : <b>INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MATERIAL DIDACTICO ENFOCADO A LA APLICACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE SOFTWARE APLICADOS A LA INDUSTRIA MINERA</b>  |                |                                |
| Clave DGOSE: 2011 -12 /81-1799   |                | Fecha de Inicio: 17/marzo/2011 |
| REPORTE DE ACTIVIDADES   | Horas          |                                |
|  | En el bimestre | Acumuladas                     |
| 1.- Recopilé toda la información perteneciente al servicio social y se la proporcioné al nuevo integrante del servicio con el fin de que pueda haber continuidad de las actividades que realizamos durante el servicio. (4 hrs.) | 18 Horas       | 481 Horas                      |
| 2.- Redacté y revisé el tercer boletín (12 hrs.)   |                |                                |
| 3.- Redacté los reconocimientos para los alumnos que tomaron el curso de Datamine (2 hrs.)   |                |                                |

**Resultados obtenidos en beneficio de la sociedad:**

Poder proporcionar a los demás alumnos de la carrera información útil acerca de los softwares que pueden ser aplicados en la industria, y así poder lograr continuidad a los programas que los benefician.

**Resultados obtenidos en la propia formación profesional:**

Generar un trabajo que pueda repercutir en las demás personas.