

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,
MINERA Y METALURGICA**



**SOPORTE INFORMATICO EN MINERIA A
CIELO ABIERTO**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

VICTOR HUGO YAVAR CASTRO

PROMOCION 1983-2

LIMA, MAYO 1995

"A mis queridos padres : Victor y Clarisa
por su ejemplo de amor y sacrificio".

"A mi querida esposa Cristina
y adorados hijos :Liz, André y Gustavo".

"A mis queridos hermanos
Wilfredo, Marisa y Marco".

SOPORTE INFORMATICO EN MINERIA A CIELO ABIERTO

INDICE

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	HARDWARE.....	3
2.1	Computadores Personales.....	4
2.2	Digitizers.....	4
2.3	Plotters.....	6
2.4	Impresoras.....	7
3.	AUTOMATIZACION EN TOPOGRAFIA.....	8
3.1	Concepto de automatización.....	9
3.2	Instrumentos.....	9
3.2.1	Teodolito electrónico.....	9
3.2.2	Distanciómetro.....	11
3.3	Dispositivos de registro/transferencia de datos.....	14
3.3.1	Terminal de datos.....	14
3.3.2	Módulo de grabación.....	17
3.3.3	Interfaces para transferencia de datos.....	17
3.4	Aplicaciones.....	21
3.4.1	Levantamiento de blastholes.....	21
3.4.2	Levantamiento de avances mensuales.....	21
3.4.3	Monitoreo de Talúdes.....	23
3.4.4	Levantamientos topográficos.....	26
4.	ADMINISTRACION DE BASES DE DATOS.....	30
4.1	Concepto de un Administrador de Bases de datos.....	31
4.2	Diseño de bases de datos.....	31
4.3	Compósitos de leyes.....	32
4.3.1	Proceso de compositado.....	32
4.3.2	Tipos de compósitos.....	34
4.4	Facilidades gráficas.....	45
4.4.1	Preparación de gráficos.....	45
4.4.2	Ploteos en planta.....	47
4.4.3	Ploteos en sección.....	47
4.5	Análisis estadístico.....	48
4.5.1	Data requerida.....	48
4.5.2	Cálculo de estadísticos.....	48
4.5.3	Distribución e Histogramas de Frecuencia.....	50
4.5.4	Gráficos y reportes.....	50
4.5.5	Correlaciones.....	53

5.	DISEÑO DE PAREDES FINALES.....	60
5.1	Modelaje.....	61
5.1.1	Concepto de modelaje.....	61
5.1.2	Modelo de topografía.....	63
5.1.3	Modelo de geología y densidad.....	63
5.1.4	Modelo de leyes.....	65
5.1.5	Modelo de valores económicos.....	67
5.2	Optimización del límite final de minado.....	69
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
7.	BIBLIOGRAFIA.....	74

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

El constante avance de la Informática a nivel de Hardware y Software, permite que actualmente los profesionales de la Industria Minera dispongan de una herramienta potente para poder realizar un trabajo cada día más eficiente, y poder analizar diversas alternativas de solución a un determinado problema.

Bajo este contexto es necesario que el profesional minero posea sólidos conocimientos del uso de todo este soporte informático existente, y de esta manera disponer de una herramienta sumamente útil en sus tareas diarias.

La automatización y uso del computador en las tareas que antes eran manuales trae como consecuencia que se generen nuevas tareas, como por Ejm. preparar una sección con taladros de perforación que muestre leyes de logeos iniciales, bloques con leyes estimadas, curvas isoenergéticas de leyes, Etc. usando el computador, un mouse y un plotter.

Este proceso que antes podía tomar varias horas de trabajo, ahora puede hacerse en pocos minutos, lógicamente con personal entrenado adecuadamente en el uso del software correspondiente y manejo de periféricos.

He titulado el presente trabajo "Soporte Informático en Minería a cielo Abierto", tratando de sintetizar en el término "Soporte Informático" a todo el apoyo que la Informática nos brinda a nivel de instrumental electrónico, equipos de cómputo, periféricos y software, a nivel de Minería a cielo abierto.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer el soporte tanto en hardware como en software que he tenido la oportunidad de emplear en Minería a cielo abierto, analizando sus características más saltantes y sus aplicaciones.

2. HARDWARE

2. HARDWARE

2.1 Computadores personales

Para poder "correr" eficientemente la mayor parte de software especializado se requiere de equipos de cómputo veloces y de gran capacidad de almacenamiento de datos.

Los requerimientos de los computadores personales con configuración "mínima" é "ideal" se encuentran en la siguiente tabla:

CARACTERISTICA	MINIMA	IDEAL
Memoria RAM	4MB	16MB
Disco Duro	120MB	500MB
Procesador	386	486
Velocidad	20 Mhz	100 Mhz
Disk Drives	3 1/2"	3 1/2" + CD
Backup	-	Tape Backup
Sistema Oper.	DOS 2.0	DOS 6.2
Monitor	VGA	ULTRA VGA

Algunos softwares mineros "corren" también en Workstations que es otro ambiente de trabajo diferente al de una Pc, pero no está muy difundido en nuestro medio; en nuestras minas está mas difundido el uso de Pcs y Mainframes.

2.2 Digitizers

El digitizer es un equipo que permite enviar coordenadas directamente desde un plano al computador, consta de un tablero y un mouse.

Existen diversas marcas y modelos desde versiones simples hasta modelos sofisticados.

Las últimos modelos incluso disponen de tableros con luz incorporada, para poder trabajar con 2 planos superpuestos.

La mayoría de los programas para ingreso de datos vía digitizer alinean el plano con respecto a un sistema de coordenadas locales, solicitando para esto la posición de 4 puntos, en base a los cuales calculan los alineamientos de los ejes y la escala en que se encuentra el plano.

Para una correcta recepción de los puntos se requiere configurar el digitizer, especificando los siguientes parámetros:

-Formato en el que serán enviados los datos.

Por Ejm: 5100200

Donde :

5 = Nro. de la tecla que se presionó en el mouse.

100 = Valor de la coordenada en el eje de las X, con respecto al origen del sistema de coordenadas del digitizer.

200 = Valor de la coordenada en el eje de las Y, con respecto al origen del sistema de coordenadas del digitizer.

Por lo general la mayoría de los formatos usados son de este tipo (Ascii), pero pueden usarse también formatos binarios.

- Velocidad de transmisión.

- Tipo de paridad.

- Número de bits de paridad.

- Bits de parada.

- Tipo de envío de puntos (Punto a punto ó tipo "stream", que es un envío continuo de puntos).

Luego de tener configurado el digitizer, es necesario también configurar el digitizer dentro del software que se esté usando especificando el modelo de digitizer y los parámetros de comunicación.

El envío de un punto de prueba y la verificación de la correcta recepción de sus coordenadas dará la conformidad al proceso de configuración y alineamiento.

El digitizer es uno de los equipos más útiles en el ingreso masivo de información ya que se pueden ingresar gran cantidad de puntos en un tiempo relativamente corto.

Se emplea principalmente en el ingreso de los siguientes datos :

- Puntos de topografía.

- Puntos que sirven para delimitar ciertas

características geológicas como polígonos que delimitan diferentes tipos de roca en el banco de una mina a tajo abierto.

Puntos que definen la posición de las líneas medias de una alternativa de minado.

Es un equipo que por su sensibilidad requiere de un gran cuidado en su uso.

2.3 Plotters

Un "Plotter", es básicamente un graficador que guiado por un lenguaje de ploteo (secuencia de instrucciones) entendible por el plotter, grafica la información que le envía el computador.

Es un equipo indispensable en la implementación de software especializado.

Existen en el mercado diversos modelos, siendo los más empleados en minería los denominados "Pen Plotters" y los "Inkjet Plotters".

Los "Pen Plotters" trabajan con un carrusel donde se ubican plumas de diversos colores y el ploteo se realiza con un movimiento constante del papel, la mayoría de programas optimizan el uso de plumas.

Este tipo de plotter tiene la facilidad de poder alinear el plano en base a 2 puntos referenciales, lo cual permite "replotear" el plano, en otras palabras adicionar información a un plano varias veces.

Tienen la facilidad de recibir diversos tamaños (formatos) de papel.

Los "Inkjet Plotters" denominados así por emplear la tecnología "Inkjet", son plotters de última generación.

Poseen la opción de poder ser conectados a red.

Disponen de un panel con un menú, el cual da opción a poder configurar los parámetros de trabajo desde el plotter (Formato de papel, número de copias, optimización de uso del papel, paleta de colores, calidad de ploteo, Etc.).

Su amplia memoria (buffer) permite almacenar varios archivos, dando la facilidad de manipular la cola (alterar la prioridad, borrar un archivo de la cola, Etc.).

Proporcionan una buena resolución (Aprox. 300 DPI).

2.4 Impresoras

En la implementación de software minero una impresora es un equipo indispensable, de acuerdo a la calidad de impresión que se desee se puede elegir desde una simple y de bajo costo como una impresora de puntos, hasta una sofisticada Laser, la que puede ser conectada a red.

Una impresora matricial de puntos es ideal para impresión de listados voluminosos, por Ejm. impresión de compósitos para efectos de chequeo de datos, documentación de archivos, Etc.

La impresora Laser puede ser empleada para reportes finales que generalmente son de pocas hojas como puede ser el caso de una tabulación de reservas.

3. AUTOMATIZACION EN TOPOGRAFIA

3. AUTOMATIZACION EN TOPOGRAFIA

3.1 Concepto de automatización

La automatización y soporte informático en el área de Topografía ha tenido en los últimos años un gran adelanto.

Para Minería a Cielo Abierto se dispone de instrumental de gran precisión y de dispositivos que permiten transferir/recibir datos al/del computador.

Entre estos instrumentos tenemos a los teodolitos electrónicos y distanciómetros, los cuales tienen la capacidad de realizar cálculos internamente, poder almacenar los datos en dispositivos externos y finalmente a través de interfaces transferir esta información al computador y tener los resultados finales rápidamente y con gran confiabilidad.

Esta forma de trabajo es de gran ayuda para el Topógrafo, Calculista é Ingeniero que dispone de mayor tiempo para el análisis de la información.

Ha quedado atrás el uso de la tradicional libreta de campo que usaba el topógrafo, la que ha sido reemplazada por terminales de datos ó módulos de grabación donde se registra la data é incluso es posible grabar programas para hacer más fácil y seguro el trabajo de registrar la data, estos dispositivos son fácilmente transportables y están diseñados para soportar fuertes condiciones de clima.

Asimismo está siendo reemplazada la digitación de datos (de la libreta de campo al computador) por interfaces que transfieren directamente los datos al computador.

Se puede enlazar la data grabada con el uso de software para tener un acabado final del trabajo. Ejm. interpolación de puntos de un levantamiento y obtener curvas de nivel.

El proceso de automatización en Topografía lo ilustramos en la Figura Nro. 1

3.2 Instrumentos

3.2.1 Teodolito electrónico

El empleo del teodolito electrónico en los



FIG. 1

trabajos de campo, especialmente los de Topografía es sumamente importante, tanto por la precisión de las medidas como la facilidad de poder almacenar los datos en dispositivos externos y transferirlos posteriormente al computador.

Un teodolito electrónico tiene las siguientes características principales: :

- Sistema dinámico de captación de ángulos, el cual proporciona la máxima precisión en las medidas angulares.

- Funciones de cálculo integradas.

- Sistema modular, lo que permite adicionarle un distanciómetro y obtener mediciones de distancias.

- Facilidad de grabar datos en dispositivos externos.

Ver Figura Nro. 2

Asimismo la Tabla Nro. 1 describe las características técnicas del Teodolito T-3000 de Wild.

3.2.2 Distanciómetro

Los distanciómetros son equipos que transfieren automáticamente al teodolito electrónico la distancia oblicua medida. El microprocesador del teodolito lleva a cabo todos los cálculos de reducción y las correcciones. En el indicador del teodolito se pueden visualizar: distancia horizontal, diferencia de altitud, coordenadas y elementos de replanteo.

Son instrumentos de avanzado diseño, ligeros, compactos y fáciles de usar.

El proceso de medición es realizado por programas de medición integrados; estos programas realizan tareas tales como: repetición automática de las mediciones con el fin de tener un valor medio confiable cuando se miden distancias largas ó en condiciones de clima difícil.

A través de señales acústicas el distanciómetro ayuda al operador a localizar la señal de recepción óptima.



FIG. 2

TEODOLITO ELECTRONICO T-3000
DATOS TECNICOS

Medición angular	Codificador absoluto, sistema dinámico de medición, integración a lo largo de todo el círculo, captación diametral.
Resolución	
Unidades de medida	360° sexagesimal 360 decimal 400 gon 6400 mil
Indicación (unidad mínima)	0.1 " 0.00001 0.01 mgon .0001 mil
Programa de medición de ángulos	Medición independiente Medición continua
Duración de una medición aislada	
HZ y HZ/V	0.9 s
Sólo V	0.7 s
Corrección de las mediciones HZ por	Error de línea de puntería Error del eje de basculación Inclinación transversal del eje principal
Margen de efectividad de las correcciones a ángulos V	
Máxima inclinación del eje principal que puede corregirse	3.2' 0.06 gon
Corrección de las mediciones V por	Error de índice vertical
Desviación típica	
Ángulo horizontal	+ - 0.5" + -0.15 mgon
Ángulo vertical	+ - 0.5" + -0.15 mgon
Índice de altura automático	Se puede conectar
Tipo	Compensador de los 2 ejes por líquido
Captación	en dirección longitudinal y transversal
Margen de trabajo max. inclinación	3.2" 0.06 gon
Precisión del ajuste max. inclinación	0.1" 0.03 gon
Teclado	Resistente a la intemperie
18 teclas, presión de contacto	En las posiciones I y II, inclusive receptáculo para módulo REC en posición II
Indicadores	30 g
Indicador de guía	Indicador de cristal líquido (LDC)
2 indicadores para datos	alfanumérico, 7 dígitos
Indicación de los datos	máximo 8 dígitos mas signo y punto decimal
	Por pares :
	ángulo HZ ángulo V
	ángulo HZ distancia horizontal
Dif. de altura y altura absoluta	HH
	distancia oblicua ángulo V
Coordenadas	Este Norte
Replanteo (diferencia valor esperado - valor medido)	
	Hz V
	Hz D
	- Número de punto
Registro de datos	

Módulo REC GRE3/GRE4	Memoria de datos enchufable Terminales de datos: se pueden colocar al teodolito
Módulo REC Memoria Capacidad	CMOS 64 kBYTE (APROX. 500 BLOQUES DE DATOS)
Suministro de corriente Tensión Consumo de corriente durante la medición angular (sin iluminar los indicadores)	
Batería externa Batería pequeña Duración de las baterías	12 V NiCd recargable. 800 mediciones de ángulos y distancias
Margen de temperaturas Medición Almacén	-20°C a 50°C -40°C a 70°C
Anteojo Tipo Imagen Diámetro del objetivo Diámetro del campo visual a 1000 m Mínima distancia de enfoque Desde la lente frontal Desde el eje de basculación Enfoque	Anteojo de alineación panfocal derecha 52 mm 20 m 0.51 m 0.60 m Aproximado/preciso
Máxima inclinación del anteojo sin DISTOMAT, hacia abajo hacia arriba	- 60 gon -54° + 52 gon +47°
con DISTOMAT en posición I en posición II	como sin Distomat no es posible

TABLA Nro. 1

Si es que se produce una interrupción del rayo debido a que se interpone algún objeto entre el distanciómetro y el prisma receptor, el resultado no sufre ninguna variación.

Existen modelos para distancias cortas y largas. Por Ejm el modelo WILD DI1001 es empleado para distancias cortas hasta de 1.3 Km., el modelo DI1600 para distancias de hasta 7 Km.

El distanciómetro necesita un equipo de reflectores compuesto por: prismas, portaprismas, reflectores de precisión, lámparas de puntería, soporte de reflectores, bastones de aplomar, bases nivelantes y tripode.

En la Figura No. 3 se aprecia como trabaja en conjunto con el teodolito y terminal de datos.

3.3 Dispositivos de registro/transferencia de datos

3.3.1 Terminal de datos

Los terminales de datos tienen la función de registrar datos desde teodolitos y distanciómetros. Están diseñados para ser resistentes a las variaciones climáticas. Pueden trabajar en un rango de temperaturas de -20°C a $+50^{\circ}\text{C}$.

El teclado se activa con teclas de fácil uso.

Se ha tenido la oportunidad de emplear terminales de datos de WILD en 2 de sus variedades:

- a) GRE4n, de teclado numérico.
- b) GRE4a, de teclado alfanumérico.

La capacidad de memoria es de 64 Kb, lo cual permite el almacenamiento de 2000 bloques de datos. Es posible definir hasta 5 archivos, lo cual permite trabajar hasta con 5 aplicaciones diferentes.

Ver Figura Nro. 4

Existen 2 tipos de registros ó bloques:

- a) Bloques de medición, los cuales registran identificación del punto y datos de medición (ángulos: horizontal, vertical, distancias y códigos para identificar el sistema de unidades



FIG. 3



FIG. 1

que se está usando).

b) Bloques de código, los cuales registran identificaciones diversas (fecha, hora, código de punto de estación, código de punto de vista atrás, identificación de operador, Etc.).

La estructura de estos bloques se ilustra en la Figura Nro. 5.

La gran ventaja de este terminal de datos es el módulo de programa Basic que tiene incorporado, el cual permite recepcionar programas escritos en lenguaje Basic.

Este módulo de programación permite el control y proceso de datos y guía al usuario en la secuencia adecuada de registro de datos.

El suministro de corriente es proporcionado por un pequeño módulo de batería de NiCd recargable.

En la Tabla Nro. 2 son descritas las características del terminal de datos GRE4 de Wild.

3.3.2 Módulo de grabación

Este medio de almacenamiento de datos es fiable y fácil de usar, puede registrar hasta 500 bloques de datos, trabajando con el teodolito electrónico se puede visualizar el contenido de la data que almacena. Los datos pueden ser transferidos al computador usando interfaces (GIF10 ó GIF12), asimismo puede almacenar información transferida desde el computador.

La Tabla Nro. 3 describe las características del módulo de grabación GRM10.

3.3.3 Interfaces para transferencia de datos

Luego de tener registrada la información en un terminal de datos ó en un módulo de grabación se requiere transferir esta data al computador para el proceso respectivo.

Esta transferencia la realizan los dispositivos denominados "Interfaces", se ha tenido la oportunidad de usar la interface GIF12, el cual permite el intercambio de datos entre el módulo y la PC, requiere DOS versión 2.11 ó superior.

ESTRUCTURA DE BLOQUES DE DATOS

BLOQUES DE MEDICION

Palabra 1 Palabra 2 Palabra n

Nro. de Punto	
---------------	--

--

 caracter de parada

Nro. de Punto	Dirección HZ	Angulo V	Distancia Oblícua	ppm mm
---------------	--------------	----------	-------------------	--------

 caracter de parada

BLOQUES DE CODIGO

Palabra 1 Palabra 2 Palabra 3 Palabra 4 Palabra 5

Nro. de Código	Información 1	Información 2	Información 3	Información 4
----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

 caracter de parada

FIGURA Nro. 5

TERMINAL DE DATOS GRE4
DATOS TECNICOS

Indicador	LCD matricial, 2 x 16 caracteres con iluminación.
Teclado	GRE4a : 32 teclas GRE4n : 18 teclas Las teclas se activan con presión de 30 g.
Funciones standard	Entrada y salida alfanumérica ó numérica. Registro de un bloque de medición. Registro de un bloque de código. Funciones de búsqueda Funciones de corrección. Fecha y hora. Todas las funciones se controlan desde el teclado, un terminal externo ó desde un programa, en caso de usar el módulo de programa BASIC.
Condiciones ambientales	Margen de temperatura: -20°C a +50°C No le afectan las salpicaduras de agua.
Dimensiones	245 mm x 85 mm x 57 mm
Peso	GRE4 730 g Módulo de batería 170 g Total 900 g
Enchufe	Enchufe Lemo 0 de cinco polos para la conexión a la batería y a la transferencia de datos.
Memoria	CMOS Mantenimiento de los datos 10 años.
Capacidad de memoria	64 Kb : 8000 palabras, unos 2000 bloques. 1 bloque : de 1 a 15 palabras. 1 palabra : 16 caracteres. 8 caracteres pueden introducirse desde el teclado. 1 caracter : 4 bits (numérico). 1 byte : 2 caracteres ú 8 bits.
Organización de los datos	5 ficheros. bloques de códigos. bloques de datos.
Módulo de Programa BASIC	Memoria para progrmas de usuario: 31.3 Kb. Número de programas : 10 como máximo.
Transferencia de datos	Velocidad : 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 baudios. Código : Ascii. Caracteres : 1 bit de inicio 7 bits de datos 1 bit de paridad 1 ó 2 bits de parada.
Interfaces	Interface incorporada : Lemo 0, 5 polos, <<cuasi>> RS232 Interface enchufable GIF12:RS232 Cannon, 25 polos, macho, cable de 3m.
Suministro de corriente	Consumo máximo en estado disponible: 10 mA Consumo máximo en estado activo: 25 mA Módulo de batería GEB73 :Nícd, 12V/225 mAh, recargable. Batería pequeña GEB70 :Nícd, 12V/1 Ah, recargable. Cargador GKL12 :Para cargar 2 módulos de batería ó 2 baterías pequeñas. Tensión de entrada : 115V/230V +10%-15%, 50/60Hz Tiempo de carga : unas 14 horas Temperatura de carga : de +10°C a +30°C

TABLA Nro. 2

MODULO DE REGISTRO DE DATOS E INTERFACES

DATOS TECNICOS

MODULO REC GRM10	
Memoria	CMOS, 16K, capacidad para aprox. 500 bloques de datos, mantenimiento de los datos durante 10 años.
Formato de los datos	Libre.
Condiciones ambientales	Apto para temperaturas entre -20°C y $+50^{\circ}\text{C}$. No le afectan las salpicaduras de agua.
Dimensiones/Peso	74 x 60 x 10 mm, 70 g.
Suministro de corriente	Desde el teodolito, sin cables.
Compatibilidad	Con los instrumentos actuales y futuros.
Apto para envio postal	
INTERFACE GIF12	
Interface	Paralela IBM PC Receptáculo para GRM10.
Suministro de corriente	Mediante la Interface del PC ó la pila interna de 9V.
Temperatura de trabajo	$+5^{\circ}\text{C}$ a $+40^{\circ}\text{C}$.
Dimensiones/Peso	180 x 130 x 40 mm. 340 g.
LECTOR DE DATOS GIF10	
Interfáce	RS232 con enchufe Cannon hembra, de 25 polos. Receptáculo para GRM10.
Indicador	LCD alfanumérico, 2 líneas con 16 signos cada una.
Teclado	7 teclas.
Funciones	Transferencia al computador. Registro en el módulo REC. Visualización en el indicador. Borrado. Copia.
Temperatura de trabajo	$+5^{\circ}\text{C}$ a 40°C .
Formato de transferencia	300, 1200, 2400, 4800 ó 9600 baudios. Código Ascii.
Suministro de corriente	Red 110 V – 250 V ó pila interna de 9 V. (Para funcionamiento durante 12 horas).
Dimensiones/Peso	180 x 130 x 40 mm. 610 g.

TABLA Nro. 3

3.4 Aplicaciones

3.4.1 Levantamiento de Blastholes

La finalidad de este trabajo es el de ubicar las coordenadas de cada uno de los huecos de perforación para disparos y tener esta ubicación en el plano con sus valores de ley correspondientes y poder demarcar en el campo las zonas de mineral y desmonte, estas marcas sirven al Dpto. de Operaciones para programar su plan de trabajo diario (ubicación de palas, cabeceo para la ley que se enviará a la concentradora, Etc.).

Esta información es muy útil para un buen desenvolvimiento de las operaciones unitarias de minado, sobre todo de proporcionar a Operaciones la información lo más pronto posible para que ellos tengan la posibilidad de analizar diferentes alternativas de minado.

El trabajo es realizado por una brigada compuesta de un topógrafo y 1 portamira ó 2 en algunos casos dependiendo de la cantidad de huecos a ubicar.

El topógrafo se ubica en un punto conocido de la mina desde donde pueda "barrer" todas las zonas donde hubo perforación. El portamira coloca el prisma en el hueco a ubicar y comunica al topógrafo vía radio la identificación del hueco, se toman las lecturas de ángulo y distancia usando el teodolito y el distanciómetro y se graba esta información en el módulo. Así sucesivamente todos los huecos y todas las zonas donde hubo perforación.

El proceso se ilustra en la Figura Nro. 6.

3.4.2 Levantamiento de Avances mensuales

El objetivo de este trabajo es el de poder actualizar el plano de avance de la mina.

La brigada para este trabajo está compuesta de 3 personas: un topógrafo y 2 ayudantes.

Similar al trabajo anterior (Blastholes) el topógrafo va registrando información de ángulos y distancia de cada uno de los puntos

LEVANTAMIENTO DE BLASTHOLES

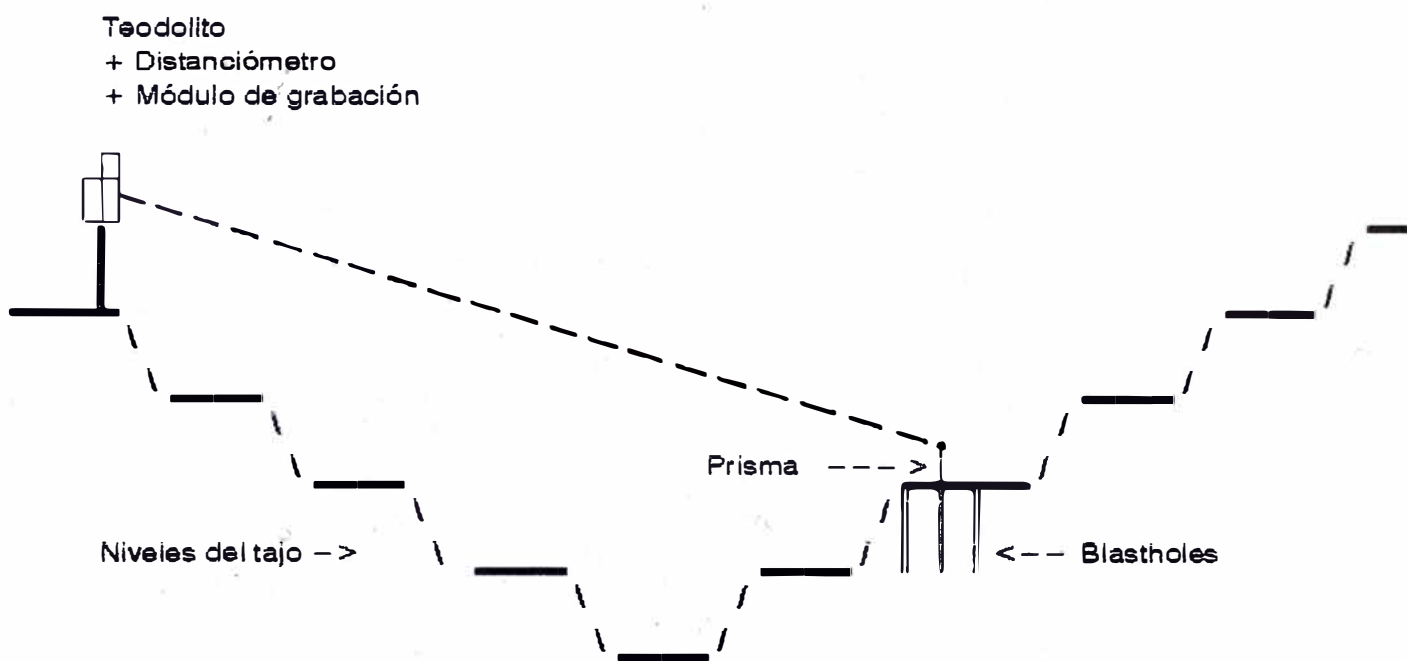


FIGURA Nro. 6

representativos del avance del nivel correspondiente, se van tomando puntos de la línea de toe (pie de nivel) y cresta (parte superior del nivel), estos datos son registrados en el módulo de grabación. Se emplea una codificación para poder diferenciar los puntos (toes y crestas).

El proceso se ilustra en la Figura Nro.7.

Luego de concluido el proceso de toma de datos en el campo, se transfiere la data al computador y vía programa se desglosan los datos y se actualizan los planos de avance.

3.4.3 Monitoreo de Talúdes

Se inicia con la ubicación en el campo de los puntos a ser monitoreados y que están ubicados en zonas representativas del deslizamiento a monitorear.

Se fija un prisma en una posición rígida para poder ser visado con el teodolito electrónico. Esta posición inicial es muy importante ya que será el punto de partida para todas las lecturas posteriores.

Las mediciones y datos de identificación son registrados en un terminal de datos de acuerdo a una secuencia y formato determinado por un programa previamente grabado en este terminal.

Dentro de los datos de identificación tenemos:

- Fecha.
- Hora.
- Punto de estación.
- Punto de vista atrás.
- Nombre del punto de control.
- Deslizamiento al que pertenece el punto.

Dentro de las mediciones se registra:

- Angulo horizontal.
- Angulo vertical.
- Distancia inclinada.

Ubicándose en un punto de estación se pueden "barrer" varios deslizamientos.

El método de trabajo se aprecia en Figura Nro. 8

Luego de concluido el registro de los datos de

LEVANTAMIENTO DE AVANCES

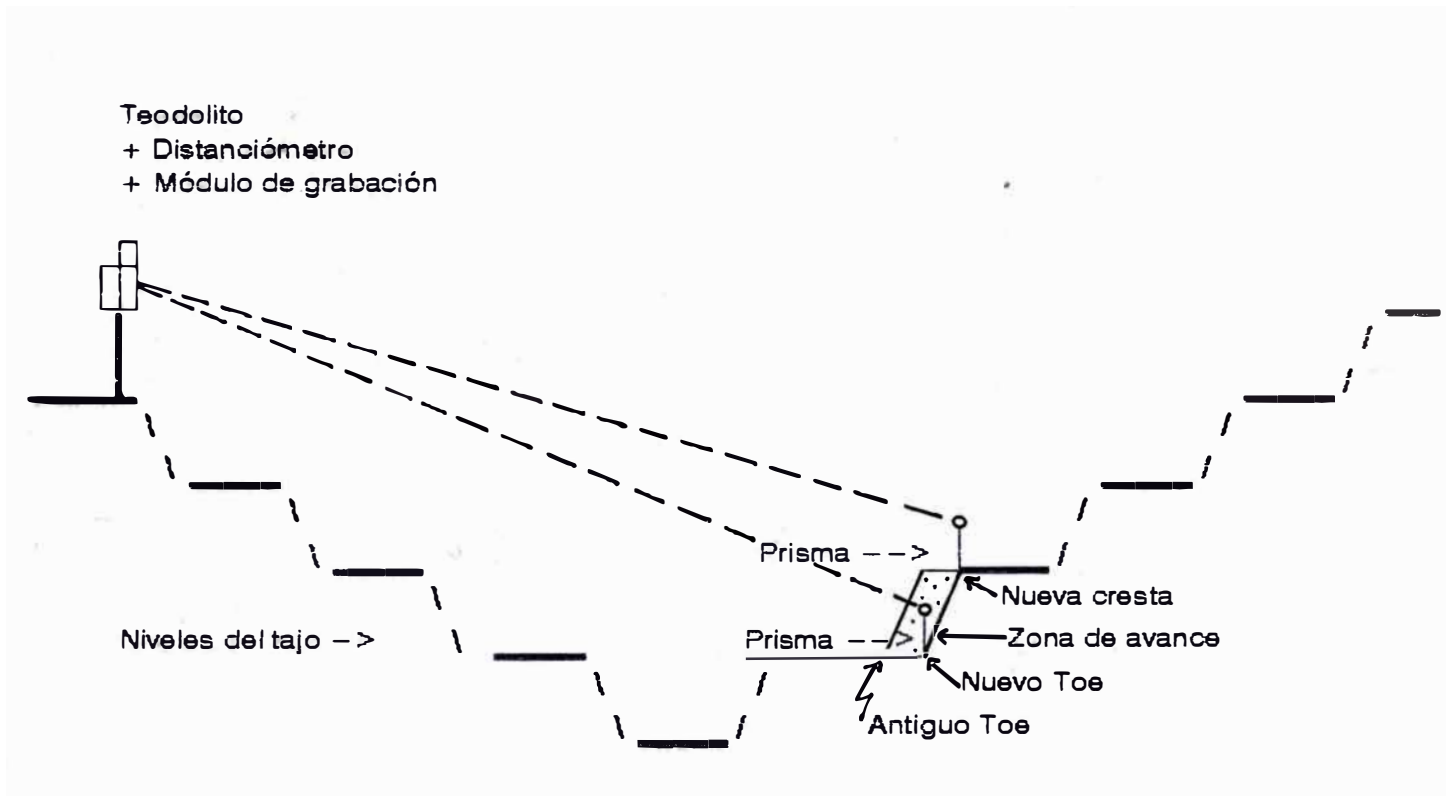


FIGURA Nro. 7

MONITOREO DE TALUDES

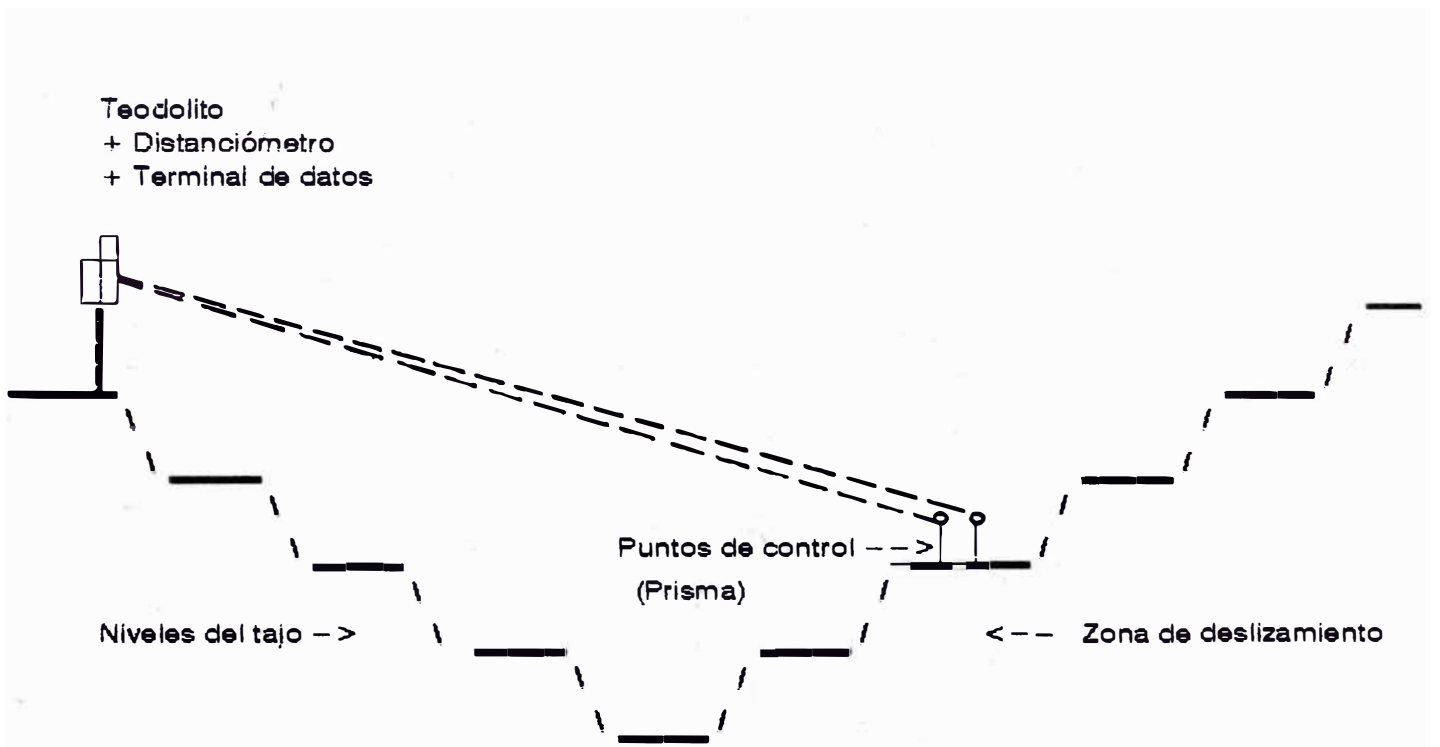


FIGURA Nro. 8

campo se procede a la transferencia al computador vía comunicación serial Rs-232, para lo cual se emplea un cable con este tipo de comunicación el cual va conectado desde el terminal de datos al puerto serial del computador.

En la Figura Nro.9 se muestra el formato en que son grabadas las mediciones.

Luego de transferidos los datos y teniendo la información como un archivo tipo texto se procede a leerlo y realizar el proceso de cálculo el cual incluye:

Cálculo de coordenadas de la ubicación del punto de control para la lectura realizada.

Cálculo de desplazamientos horizontales, verticales y resultantes.

Cálculo de velocidades horizontales, verticales y resultantes.

- Cálculo de la dirección del movimiento.

El proceso es rápido, de esta manera se disponen de reportes con estos resultados para ser evaluados y en caso de detectarse deslizamientos acelerados tomar las medidas del caso.

3.4.4 Levantamientos topográficos

El teodolito electrónico es empleado en levantamientos topográficos de gran precisión aprovechando la facilidad de que internamente calcula coordenadas de los puntos visados.

Se tienen funciones pre-definidas denominadas funciones "Cogo", las cuales permiten grabar coordenadas de puntos referenciales en el módulo, orientar el círculo horizontal inicializándolo con el azimuth del alineamiento entre el punto de estación y el punto de vista atrás.

El teodolito electrónico displaya en su pantalla los datos grabados en el módulo y se puede acceder a estos datos en forma secuencial ó directa invocando el nombre del punto.

Las coordenadas calculadas por el teodolito son grabadas en el módulo y posteriormente invocadas para ser puntos de estación y así sucesivamente.

EJM. DE CONTENIDO DE REGISTRO DE DATOS

410089+0000020 42....+00000933 43....+00200395 44....+00002004 45....+00000001 -> BLOQUE DE CODIGO
 410090+0000030 42....+00002014
 110091+00000100 21.324+25302017 22.324+07943153 31..20+01742437 32..20+01714393 33..20+00311126 -> B. DE MEDICION
 110092+00000101 21.324+25945085 22.324+06131132 31..20+01718632 32..20+01699781 33..20+00253624
 110093+00000103 21.324+22934567 22.324+08134532 31..20+01234567 32..20+01083455 33..20+00223789
 110094+00000104 21.324+23456344 22.324+03474556 31..20+01455866 32..20+00955656 33..20+00215789
 110095+00000105 21.324+23009756 22.324+03552345 31..20+01305604 32..20+00962234 33..20+00223789
 110096+00000106 21.324+23423456 22.324+03456534 31..20+01302345 32..20+00954234 33..20+00233567
 110097+00000107 21.324+19934565 22.324+03253456 31..20+01203445 32..20+00943457 33..20+00233239
 110098+00000108 21.324+29823445 22.324+03304566 31..20+02363456 32..20+00904457 33..20+00245789
 110099+00000109 21.324+23423345 22.324+01457666 31..20+02346456 32..20+00844437 33..20+00210789
 110100+00000110 21.324+23625345 22.324+01347566 31..20+01456656 32..20+00945657 33..20+00140789
 410101+0000020 42....+00000933 43....+00210395 44....+00002004 45....+00000001
 410102+0000030 42....+00002014
 110103+00000111 21.324+23424345 22.324+01357466 31..20+02004456 32..20+00965457 33..20+00327769
 110104+00000112 21.324+21423345 22.324+03387666 31..20+02568456 32..20+00364457 33..20+00287789
 110105+00000113 21.324+23453345 22.324+01394666 31..20+02786456 32..20+00344457 33..20+00343789
 110106+00000114 21.324+32343345 22.324+01367666 31..20+02489456 32..20+00354457 33..20+00223789
 110107+00000115 21.324+23423345 22.324+01737666 31..20+02656456 32..20+00544457 33..20+00224689
 110108+00000116 21.324+14823345 22.324+01257666 31..20+01358456 32..20+00244457 33..20+00223789
 110109+00000117 21.324+23423345 22.324+01204536 31..20+01636456 32..20+00544457 33..20+00156789
 110110+00000118 21.324+24543345 22.324+01347366 31..20+01288556 32..20+00934357 33..20+00113789

INTERPRETACION DE ULTIMO REGISTRO:

110110 = 11 = CODIGO QUE IDENTIFICA A UN BLOQUE DE MEDICION
 110 = NRO. DE REGISTRO

+00000118 = 118 ES LA IDENTIFICACION DEL PTO. REGISTRADO

21.324+24543345 21 CODIGO DE IDENTIFICACION DE ANGULO HORIZONTAL
 324 = IDENTIFICA SISTEMA DE UNIDADES= GRADOS SEXAGESIMALES
 24543345 = 245° 43' 34.5 "

22.324+01347366 22 CODIGO DE IDENTIFICACION DE ANGULO VERTICAL
 324 = IDENTIFICA SISTEMA DE UNIDADES= GRADOS SEXAGESIMALES
 1347366 = 13° 47' 36.6"

31.20+01288556 31 CODIGO DE IDENTIFICACION DE DISTANCIA
 20=IDENTIFICA SISTEMA METRICO
 01288556 = 1288.556 Mts.

FIGURA Nro. 9

La secuencia de este proceso se ilustra en la Figura Nro. 10.

Un levantamiento realizado con este sistema de trabajo es altamente eficiente ya que se elimina el ploteo manual de puntos, errores de transcripción y se gana rapidez en los resultados; requiere eso sí de gran cuidado ya que una mala operación en el uso de las funciones "Cogo", puede acarrear errores graves.

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

SECUENCIA DE TRABAJO:

- 1.- ESTACIONANDO EL TEODOLITO EN LA ESTACION A SE CALCULAN Y GRABAN LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS 1,2,3,4 Y 5.
- 2.- LOS PUNTOS 6,7 Y 8 NO SON ACCESIBLES DESDE LA ESTACION A.
- 3.- SE CAMBIA DE ESTACION AL PUNTO 5 (CUYAS COORDENADAS YA FUERON GRABADAS EN EL MODULO EN EL PASO 1), SE UBICAN Y GRABAN LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS 6,7 Y 8.
- 4.- Y ASI SUCESIVAMENTE SE PUEDE SEGUIR CAMBIANDO DE ESTACION.

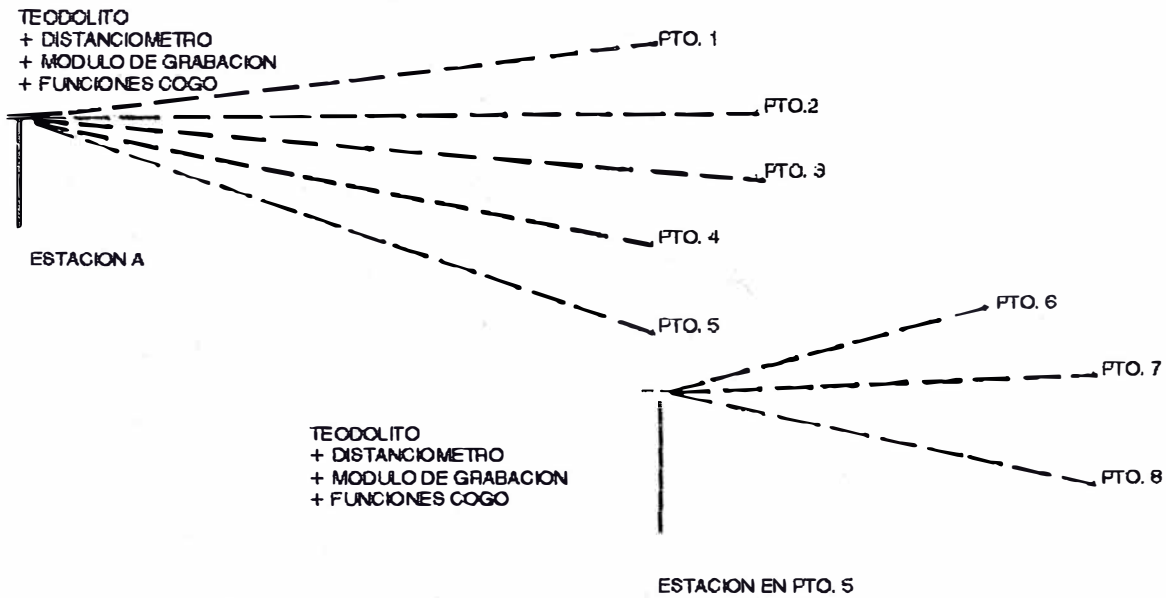


FIGURA Nro. 10

4. ADMINISTRACION DE BASES DE DATOS GEOLOGICOS

4. ADMINISTRACION DE BASES DE DATOS GEOLOGICOS

4.1 Concepto de un Administrador de Bases de datos

Las bases de datos almacenan principalmente datos geológicos recopilados durante la etapa de exploración, campañas de perforación posteriores, delimitaciones del cuerpo mineralizado, Etc.

El correcto análisis y definición de los datos que se grabarán en la base de datos debe ser hecha en forma minuciosa, ya que esta base de datos es el punto de partida para procesos posteriores como: generación de modelos, análisis estadístico geoestadístico y generación de límites finales del tajo.

En esta fase deben intervenir personal tanto de Planeamiento de Minas como Geólogos.

4.2 Diseño de Bases de Datos

Los softwares existentes permiten al usuario definir sus propios diseños de bases de datos, definiendo los campos a emplear, tipos de variables a usar: numéricos, alfanuméricos y referenciales. Existen asimismo facilidades para validar los datos dentro de un rango definido por el usuario.

En el presente trabajo se hace mención al software que se ha tenido oportunidad de usar: Pc-Xplor, que es un administrador de bases de datos geológicos.

Dentro de Pc-Xplor existe una jerarquía para ordenar los datos. Esta jerarquía se inicia desde el concepto de proyecto, base de datos, tablas y campos que es el nivel mínimo de información.

Un proyecto es el elemento de mayor nivel, ahí se definen las características de la zona a evaluar: extensión, sistema de unidades, tamaño de malla, valores mínimos y máximos, Etc. abarca un grupo de bases de datos, cada base de datos puede tener varias tablas con una tabla principal ó tabla "Master" donde el campo clave es la identificación del taladro. Cada tabla a su vez está formada por varios campos que son los elementos donde se graban individualmente los datos.

En las tablas básicamente se almacenan 2 grupos de datos:

a) Topografía del taladro, dentro de la cual se incluye:

- Coordenada del collar (Punto de inicio de la perforación).
- Longitud del taladro.
- Azimuth é inclinación del taladro.
- Datos descriptivos del taladro.

b) Geología y leyes por tramos de los taladros, en los que se considera:

- Intervalo del tramo.
- Longitud del tramo.
- Leyes.
- Tipo de roca, alteración, etc.

La estructura de las bases de datos se ilustran en la Figura Nro.11.

Existen facilidades para poder realizar operaciones de manipuléo de la data, tales como:

- Carga de la data desde archivos tipo texto.
- Operaciones usando campos de la base de datos.
- Re-diseños de la base de datos.
- Procesos de edición, consulta y acceso rápido de datos.
- Elaboración de reportes standard y a "medida" del usuario.

4.3 Compósitos de leyes

4.3.1 Proceso de Compositado

Se denomina "compositado" a la operación de generar muestras de longitudes mayores a partir de muestras de longitudes pequeñas, empleando promedios ponderados.

Pc-Xplor emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Compósito} = \frac{S1*W1 + S2*W2 + S3*W3 + \dots + Sn*Wn}{W1 + W2 + W3 + Wn \dots}$$

DISEÑO DE BASES DE DATOS

TABLA MASTER

HOLE-ID	UBICACION			LONGITUD
	X	Y	Z	
DDH A1	12978.23	6590.89	1220.52	352.52
DDH A2	13267.87	6895.52	1584.52	348.25
DDH A3	12876.45	6745.85	1487.52	385.52
DDH A4	13158.52	6847.52	1584.56	398.42
DDH A5	12185.94	5984.51	1258.56	348.78
DDH A6	129874.25	6245.85	1456.52	329.51
DDH A7	128742.52	6154.25	1100.25	348.74
DDH A8	12458.52	6002.52	1241.52	315.58
DDH A9	13005.95	6115.47	1652.54	397.41

TABLA DE TOPOGRAFIA

FROM	TO	DIP
0	348.78	-90

TABLA DE COMPOSITOS

FROM	TO	NIVEL	ROCA	LEY CU
0	8.56	1250	2	0
8.56	23.56	1235	2	0
23.56	38.56	1220	2	0
38.56	53.56	1205	3	0
53.56	68.56	1190	3	0.05
68.56	83.56	1175	3	0.06
83.56	98.56	1160	3	0.08
98.56	113.56	1145	3	0.51
113.56	128.56	1130	12	0.48
128.56	143.56	1115	12	0.58
143.56	158.56	1100	12	1.02
158.56	173.56	1085	12	1.09
173.56	188.56	1070	12	0.97
188.56	203.56	1055	12	0.94
203.56	218.56	1040	8	0.87
218.56	233.56	1025	8	0.74
233.56	248.56	1010	8	0.58
248.56	263.56	995	8	0.94
263.56	278.56	980	8	0.87
278.56	293.56	965	7	0.84
293.56	308.56	950	7	0.79
308.56	323.56	935	7	0.81
323.56	338.56	920	7	0.74
338.56	348.78	905	7	0.81

FIGURA Nro.11

Donde

$S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ = valor de la muestra 1, 2, 3, ..., n.
 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ = factor de ponderamiento para la muestra 1, 2, 3, ..., n.

Generalmente el factor de ponderamiento es la longitud de la muestra, pero existe también la opción de emplear un valor adicional para efectuar la ponderación.

La operación de compositado se efectúa usando una base de datos tipo "drillhole", y los compósitos calculados se almacenan en otra tabla de la misma base de datos, tabla que debe ser definida previamente.

Existe un tratamiento específico para tramos no muestreados ó ausentes.

4.3.2 Tipos de compósitos

Existen 4 métodos para calcular las longitudes de los compósitos:

- a) Por longitudes uniformes.
 - b) Por longitudes continuas de drillhole con muestras debajo de un cut-off.
 - c) Por longitudes obtenidas desde una tabla definida en la base de datos.
 - d) Por longitudes obtenidas desde las porciones de drillhole que intersectan planos paralelos que son obtenidos desde la base de datos.
- a) Por longitudes uniformes

Para el empleo de este método el sistema solicita una longitud constante mayor ó menor a la longitud de las muestras (generalmente es mayor). La longitud del drillhole es dividido en intervalos de longitud a la solicitada.

El ponderamiento se realiza tomando los valores a compositar (campos) y la longitud de la muestra que se encuentra comprendida en la longitud definida.

El método se ilustra en el siguiente ejemplo numérico:

Taladro : HOLE 1

INTERVALOS (Mts.)	LEYES DE Cu. (%)
0 - 10	0.800
10 - 12	0.823
12 - 30	0.828
30 - 40	0.845
40 - 55	0.960
55 - 69	0.035

El cálculo de compósitos se efectúa así:

Longitud uniforme : 8 (input).

Entonces los compósitos calculados para esta longitud serán :

INTERVALOS (Mts.)	LEYES DE Cu.COMPOSITADAS (%)
0 - 8	0.800
8 - 16	0.820
16 - 24	0.828
24 - 32	0.832
40 - 48	0.960
48 - 56	0.844
56 - 64	0.035
64 - 69	0.035

Por Ejm: la ley compositada 0.820 correspondiente al tramo 8 a 16 ha sido calculada así :

$$\text{Compósito} = (0.800 \times 2 + 0.823 \times 2 + 0.828 \times 4) / (2 + 2 + 4)$$

$$\text{Compósito} = 0.820$$

El método de cálculo se ilustra en la Figura Nro. 12.

Cabe señalar que es frecuente la posibilidad de que la longitud total del drillhole no sea múltiplo de la longitud del compósito definido, generándose una cantidad sobrante, la cual puede ser ubicada al inicio ó final del taladro, el sistema permite la posibilidad de elegir una de estas 2 posibilidades.

El efecto de esta opción se ilustra en la

COMPOSITADO POR LONGITUD

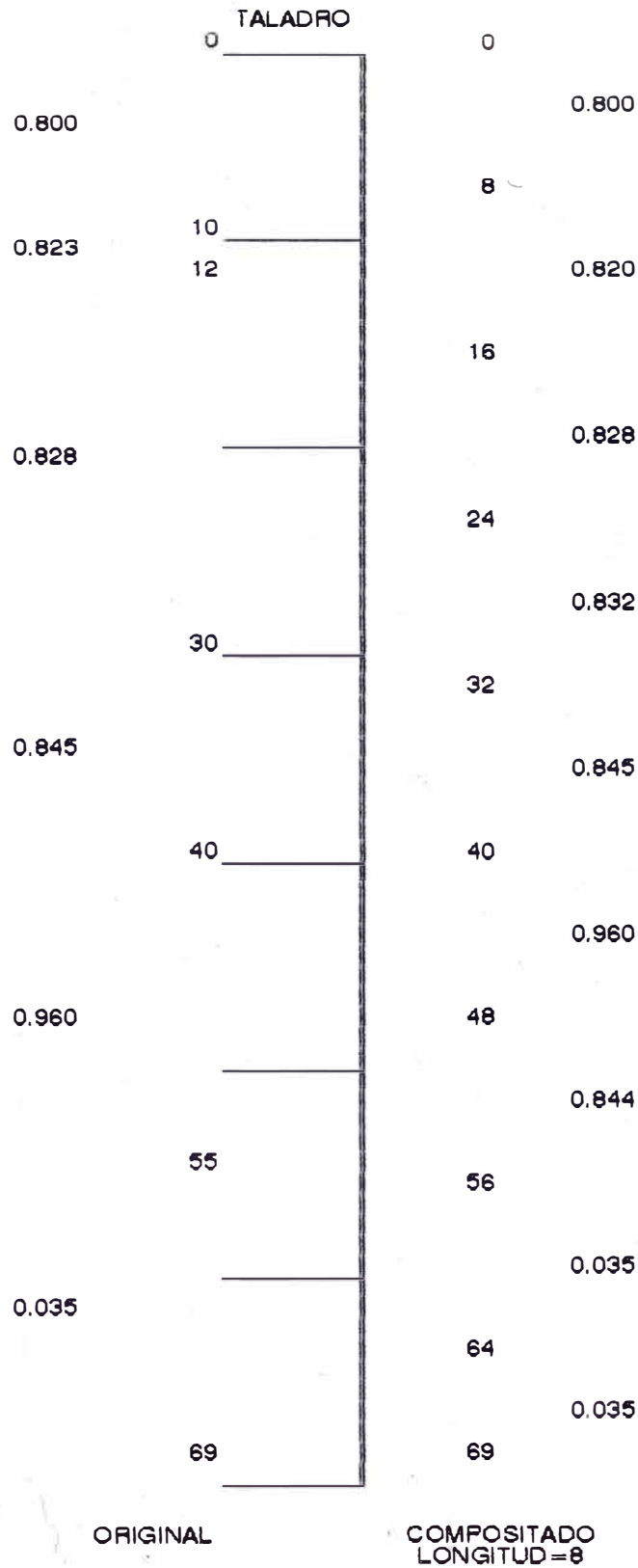


FIGURA Nro. 12

Figura Nro. 13.

b) Por longitudes y muestras debajo de un Cut-off.

Al elegir esta opción el sistema genera longitudes de compósito de acuerdo a un campo y un valor de cut-off, estas longitudes se obtienen a partir de las longitudes continuas de drillhole en donde los campos elegidos tienen un valor mayor al cut-off. Adicionalmente existe la posibilidad de definir una longitud mínima, la que excluirá longitudes mayores al cut-off, pero menores que la longitud mínima, y también definir una longitud máxima la que incluirá longitudes menores al cut-off, pero menor que la longitud máxima definida.

El método se ilustra en el siguiente ejemplo numérico:

Taladro : HOLE 1

INTERVALOS (Mts.)	LEYES DE Cu. (%)
0 - 10	0.800
10 - 12	0.823
12 - 30	0.828
30 - 40	0.845
40 - 55	0.960
55 - 69	0.035

El cálculo de compósitos se efectúa así :

Caso 1 :

Parámetros ingresados:

- Valor de Cut-off = 0.5 (input)
- Longitud mínima de compósito= 0
- Longitud máxima de compósito= 5.00

Entonces los componentes calculados para esta longitud serán :

**COMPOSITADO POR LONGITUD
CON END AL FONDO**

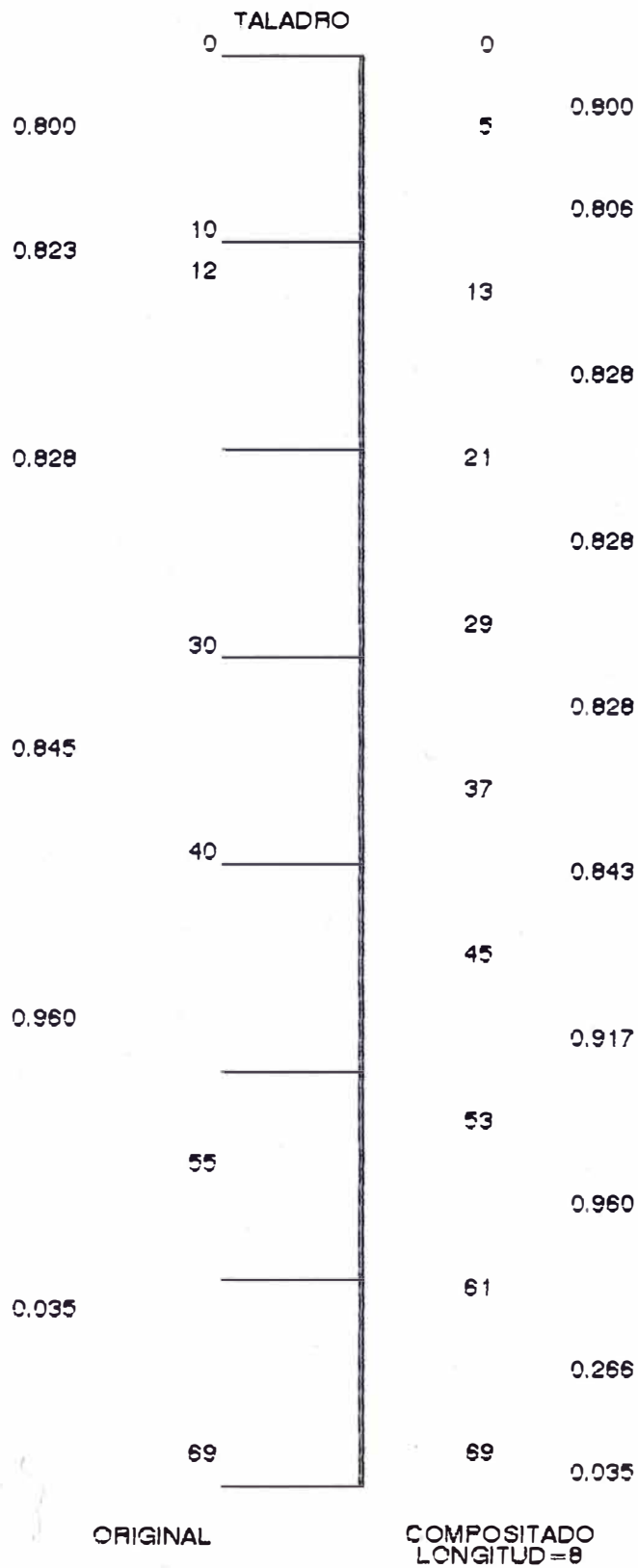


FIGURA Nro. 13

INTERVALOS LEYES DE CU. COMPOSITADAS

0 - 55 0.862

Caso 2 :

Parámetros ingresados

- Valor de Cut-off = 0.50 (input)
- Longitud mínima de compósito = 4.00
- Longitud máxima de compósito = 12.00

Entonces los compósitos calculados para esta longitud serán:

INTERVALOS LEYES DE Cu.COMPOSITADAS

(Mts.) (%)

0 - 55 0.862

Este caso se ilustra en la Figura Nro.14.

Caso 3:

Parámetros ingresados:

- Valor de Cut-off = 0.830(input)
- Longitud mínima de compósito= 4.00
- Longitud máxima de compósito= 12.00

Entonces los compósitos calculados para esta longitud serán:

INTERVALOS LEYES DE CU COMPOSITADAS

0 - 55 0.914

Este caso se ilustra en la Figura Nro.15.

c) Por longitudes obtenidas de una tabla

Este es el método más sencillo y no requiere mayor explicación, básicamente la diferencia radica en que toma intervalos de otra tabla y según estos campos composita.

Como ejemplo numérico tomamos el caso del HOLE 1, en la tabla de leyes tiene la

COMPOSITADO POR CUT-OFF

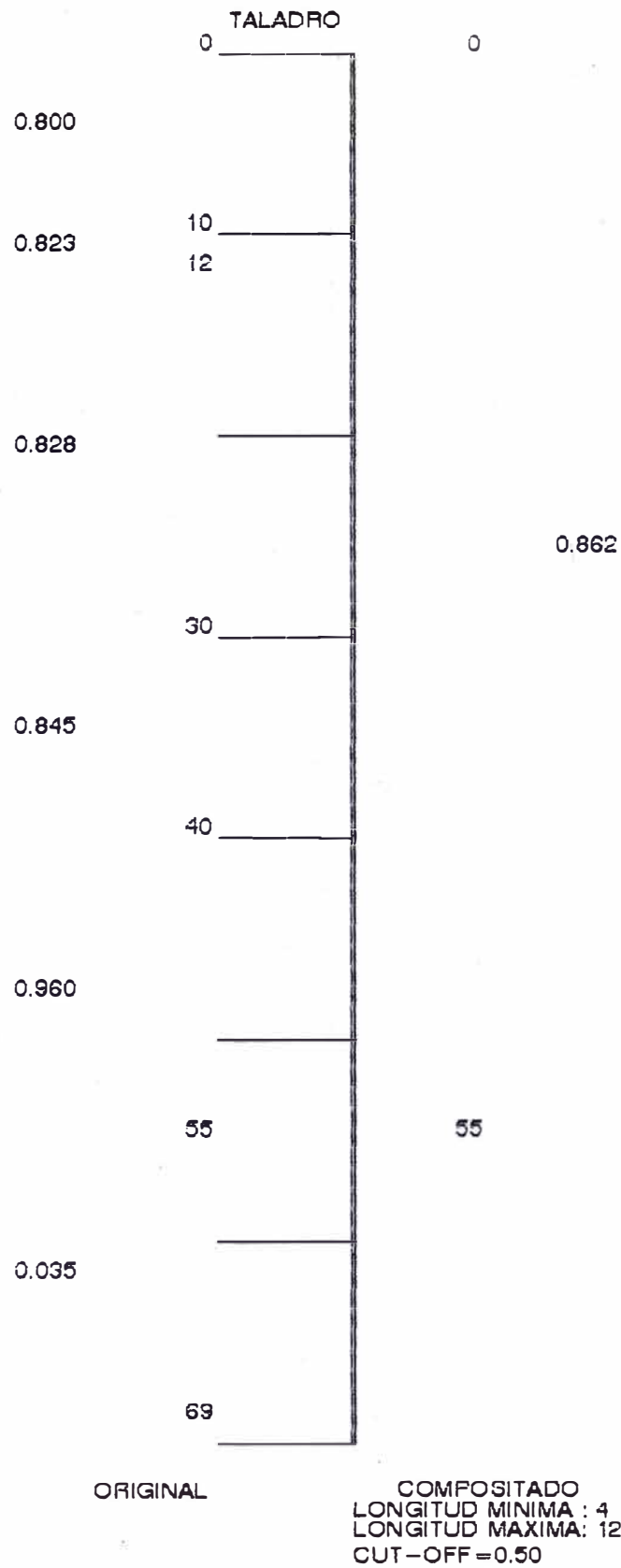


FIGURA Nro. 14

COMPOSITADO POR CUT-OFF

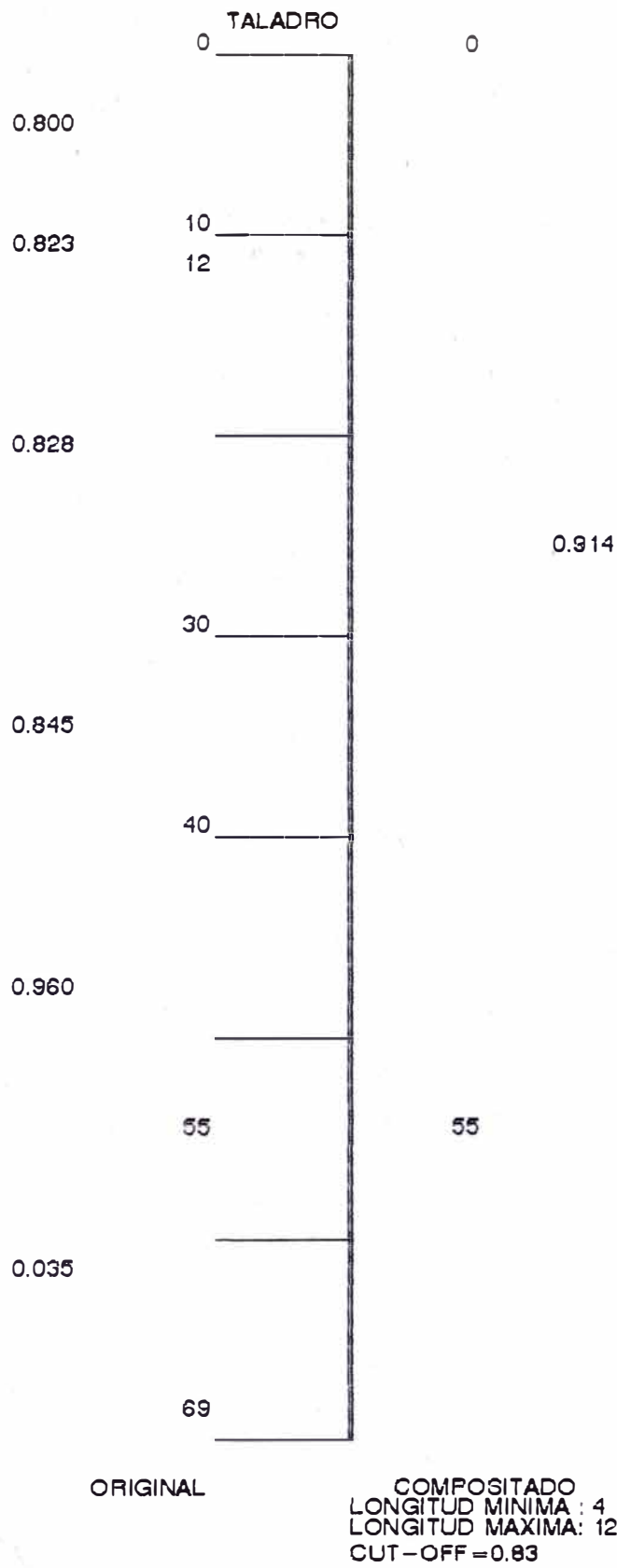


FIGURA Nro. 15

siguiente información:

INTERVALOS (Mts.)		LEYES DE Cu. (%)
0	10	0.800
10	12	0.823
12	30	0.828
30	40	0.845
40	55	0.960
55	69	0.035

En la tabla de topografía tiene los siguientes tramos:

FROM (Mts.)	TO (Mts.)
0	30
30	50
50	69

Al aplicar este método y usar el rango de tramos de topografía, obtenemos los siguientes compósitos:

FROM	TO	LEY DE Cu.COMPOSITADA
0	30	0.818
30	50	0.903
50	69	0.278

d) Por planos paralelos

En este método las longitudes de compósitos se obtienen a partir de un grupo de planos paralelos definidos previamente.

Las longitudes de compósitos se calculan desde la porción de drillhole que cae dentro de la mitad de la altura del plano sobre un lado del plano, y la mitad de la altura del plano que pertenece al lado opuesto.

Como ilustración numérica mostramos el siguiente ejemplo:

— Definimos un grupo de planos paralelos con las siguientes características:

Esquina Superior Izquierda:

Este = 540000
Norte = 86000
Elevación = 3415

Esquina Superior Derecha:

Este = 540900
Norte = 86000
Elevación = 3415

Esquina Superior Izquierda:

Este = 540000
Norte = 84000
Elevación = 3415

Esquina Inferior Derecha:

Este = 540900
Norte = 84000
Elevación = 3415

Número de planos a definir: 3 de la siguiente manera:

PLANO Nro	PLANO NOMBRE	ALTURA (Mts.)
1	0	15
2	1	15
3	2	15

El taladro HOLE 3 tiene la siguiente ubicación :

Coordenadas de collar = 540900E , 85700N
Elevación de collar = 3430 Mts.
Longitud = 40 Mts.

Tiene la siguiente distribución inicial de leyes:

FROM (Mts.)	TO (Mts.)	LEY DE Cu. (%)
0	10	0.700
10	20	0.800
20	30	0.900
30	40	1.000

Luego para el caso del HOLE 3 se obtuvieron los siguientes resultados :

FROM	TO	COMP-ID	LEY DE COMPOSITO
7.5	22.5	0	0.800
22.5	37.5	1	0.950
37.5	40.0	2	1.000

Puede notarse que en el campo COMP-ID (campo que pertenece a la tabla donde se almacenan los compósitos calculados), se graba el nombre del plano dentro del cual cae una parte de la longitud del taladro.

El método calcula las leyes del compósito de la siguiente manera (tomando como ejemplo el taladro "HOLE 3").

El primer plano definido (plano principal), a partir del cual se definen los planos restantes del juego de planos paralelos, tiene una elevación de 3415, por lo tanto el rango de "influencia" de este plano fluctuará entre los valores 3415 ± 7.5 (mitad de la distancia al plano siguiente) por consiguiente el rango sería = 3422.5 y 3407.5.

Ahora, por otra parte, el taladro "HOLE 3" tiene una elevación de collar de 3430, por lo tanto en el rango de 3430 y 3422.5 no habrá ley compósito, por no existir ningún plano que tenga "influencia" en dicho rango.

Luego en el rango de 3422.5 a 3407.5, el taladro si está "influenciado" por el primer plano de elevación 3415. Aparte de esto las coordenadas (esquinas) con las que se definió el grupo de planos paralelos encierra posición del taladro (coordenadas de collar), de no cumplirse esto no existiría ley compósito, en otras palabras

el plano debe contener a una parte del taladro tanto en vertical como en horizontal. Volviendo al rango de "influencia" anterior, vemos que en dicha zona el taladro posee 2 leyes (de 3422.5 a 3420 una ley de 0.700, de 3420 a 3407.5 una ley de 0.800), se asume la ley que abarca la mayor longitud, en este caso 0.800, quedando definida la ley compósito 0.800 para el rango de elevaciones entre 3422.5 y 3407.5 (rango de 7 a 22.5 Mts.). Para la determinación de las leyes compósitos restantes se aplica el mismo criterio de cálculo.

Ver Figura Nro. 16

4.4 Facilidades gráficas

4.4.1 Preparación de gráficos

Los administradores de bases de datos geológicos han diseñado potentes facilidades gráficas, los gráficos preparados pueden ser visualizados en pantalla ó ser enviados al plotter. Esto permite al profesional minero disponer de una herramienta muy útil para el análisis de la data. Se puede disponer de los taladros en una determinada sección adicionándole los datos que el usuario requiera, por Ejm: leyes, códigos de tipo de roca, Etc. Esto más las posibilidades del uso de colores, preparar la data bajo ciertas condiciones hacen de las facilidades gráficas una herramienta muy útil.

El uso eficiente de las facilidades gráficas de los softwares existentes brinda la posibilidad de una análisis detallado y prácticamente preparando planos de secciones y en planta se puede ir "recorriendo" la mina usando la pantalla del computador y analizando la información que se ingresó a las bases de datos, podemos Por Ejm. visualizar rápidamente que zonas necesitan ser perforadas para tener una mejor estimación de leyes, que zonas han dejado taladros "colgados" que finalizan con buena ley.

El uso de los colores en una pantalla de buena resolución permite apreciar en planta y sección que zonas son las de mineral de alta ley y que zonas son pobres.

COMPOSITADO POR PLANO PARALELO

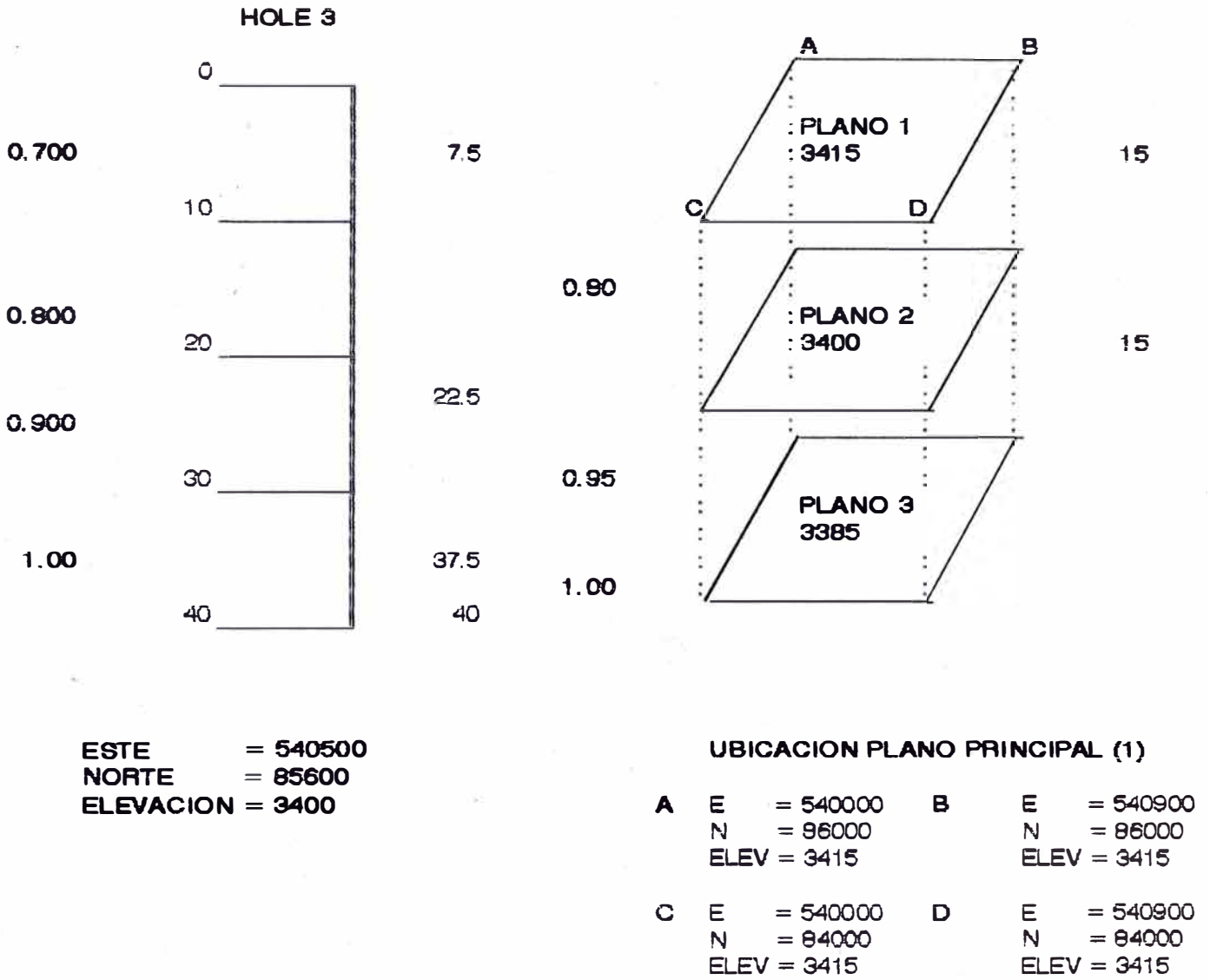


FIGURA Nro. 16

4.4.2 Ploteos en planta

Pc-Xplor permite preparar ploteos en planta a partir de la información almacenada en sus bases de datos, facilitando opciones de elegir un determinado rango de registros, registros indexados ó toda la base de datos.

Permite elegir diversos símbolos para el ploteo, color, tamaño de caracter, Etc.

La tabla elegida deberá contener un campo tipo coordenada, lo que se plotea es la posición y se pueden adicionar hasta 5 campos que son ploteados en la posición del valor de la coordenada.

Quickplot es el módulo gráfico de Pc-Xplor, permite múltiples facilidades para definir la posición del gráfico, escala, acabados finales, Etc.

La opción de ploteo en planta permite mostrar en forma gráfica las ubicaciones de los taladros de perforación en un plano bi-dimensional.

Permite trabajar con toda la base de datos ó parte de ella seleccionando hasta un máximo de 4 campos de la Tabla Master.

Dá opciones para calidad de presentación: tamaño de caracter, color, tipo de símbolo, Etc.

4.4.3 Ploteos en sección

Este tipo de ploteo es una de las opciones más potentes en Pc-Xplor, nos permite mostrar secciones transversales de taladros de perforación con una gama de opciones.

Permite al igual que las opciones anteriores trabajar con toda ó parte de la base de datos.

Tomando como referencia las coordenadas ingresadas en la base de datos, podemos por Ejm preparar secciones en las direcciones N-S, E-W.

Las opciones de presentación son amplias, el concepto de "Plan View", permite mostrar la proyección del taladro en planta.

Permite poder definir la sección con un margen de holgura, lográndose de esta manera capturar

todos los taladros que se encuentren dentro del área definida por la holgura. Si es que deseamos preparar una sección de norte a sur para un este=10000 y damos una holgura de 30 Mts. el sistema incluirá a todos los taladros que tienen valor de estes en el rango:9970 y 10030.

A lo largo del taladro, es posible añadir información de otras tablas, esto permite tener una información gráfica completa del taladro. Por Ejm. se puede mostrar el taladro con su correspondiente información de leyes y tipo de roca.

Asimismo podemos elegir un rango para la longitud del taladro, indicando el rango de elevación deseado, no necesariamente se tiene que mostrar el taladro en toda su longitud, permitiendo preparar las secciones por nivel/grupo de niveles.

En la Figura 17 se muestra una sección generada por Pc-Xplor, el gráfico incluye varios taladros que pasan por la sección indicada considerando su holgura (mostrada a continuación de la identificación del taladro), a lo largo del taladro se muestran los valores de leyes por cada banco.

El sistema permite usar colores para clasificar las leyes por intervalos.

4.5 Análisis estadístico

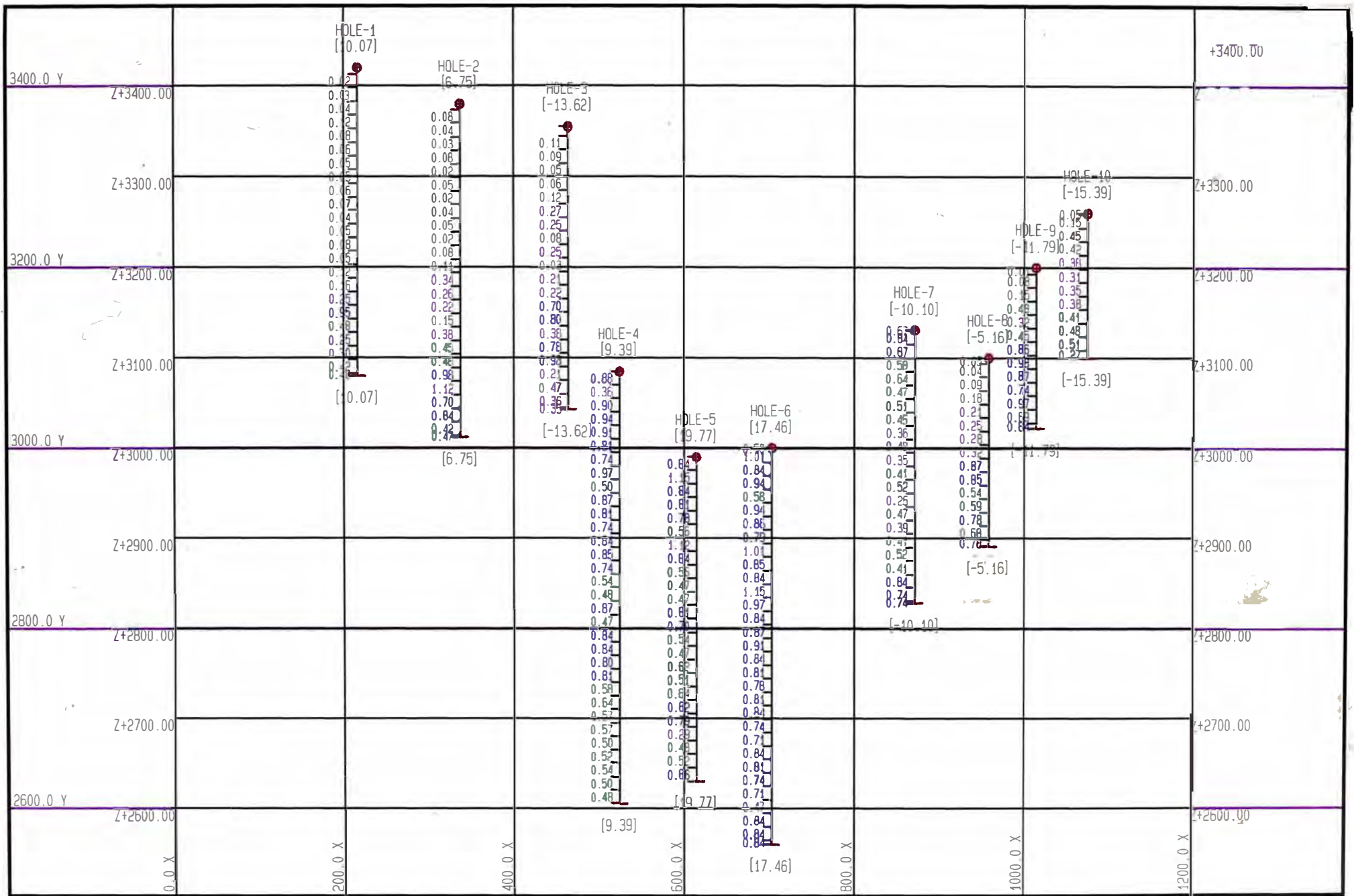
4.5.1 Data requerida

Pc-Xplor posee las facilidades de cálculo estadístico e histogramas de frecuencia, los cuales se realizan a partir de la información de los archivos de "extracción" (archivo binario empleado por Pc-Xplor), los cuales extraen los datos desde una tabla.

El histograma de frecuencia puede ser graficado en pantalla e impresora.

4.5.2 Cálculo de estadísticos

Pc-Xplor posee las facilidades de cálculo estadístico e histogramas de frecuencia, los cuales se realizan a partir de la información de los archivos de extracción.



PLOTEO DE SECCION

FIG 17

Las funciones estadísticas calculadas son:

- Media aritmética.
- Mediana.
- Media geométrica.
- Media logaritmo natural.
- Desviación standard.
- Varianza.
- Coeficiente de variación.
- Media aritmética sobre momento 1.
- Media aritmética sobre momento 2.
- Media aritmética sobre momento 3.
- Media aritmética sobre momento 4.
- Momento de coeficiente de Skewness.
- Momento de coeficiente de Kurtosis.

4.5.3 Distribución e histogramas de frecuencia

El input ingresado para el cálculo de la distribución de frecuencia está conformado por:

- Valor mínimo de cut-off (muestra valor calculado).
- Valor máximo de cut-off (muestra valor calculado).
- Valor mínimo en el histograma.
- Valor máximo en el histograma.
- Intervalo de clase.
- Ancho de clase.
- Tipo de histograma :normal ó logarítmico.

4.5.4 Gráficos y reportes

Para ilustrar la presentación de resultados se preparó un archivo de extracción con leyes de Ag. Los datos han sido tabulados en la Tabla Nro.4.

Los estadísticos obtenidos se hallan resumidos en la Tabla Nro.5.

**DATOS PARA EJM. DE
ANALISIS ESTADISTICO**

Nro. de dato	Ley de Ag.
1	10.03
2	8.01
3	12.30
4	27.21
5	34.30
6	29.28
7	27.31
8	22.41
9	29.32
10	31.03
11	27.24
12	16.15
13	8.93
14	12.15
15	9.04
16	12.01
17	12.03
18	15.74
19	16.21
20	39.15
21	32.21
22	27.15
23	26.12
24	24.15
25	20.02
26	19.03
27	8.15
28	7.06
29	12.12
30	9.71
31	14.15
32	30.21
33	21.56
34	12.74
35	24.27
36	32.31
37	37.78
38	45.03
39	47.12
40	32.34
41	27.12
42	21.12
43	10.21
44	11.32
45	15.28
46	12.12
47	8.13
48	6.17
49	17.15
50	24.23
51	24.23
52	39.11
53	49.13
54	12.11

TABLA Nro. 4

CALCULO DE ESTADISTICOS

CLASSICAL STATISTICS AND HISTOGRAMS

EXTRACTION FILENAME : C:\ESTADI.MEX
 DATA DESCRIPTION : LEYES DE Ag.
 USER DESCRIPTION : CALCULO DE ESTADISTICOS (LEYES DE Ag)

DATA VALUES ENTERED

MINIMUM CUTOFF GRADE	6.170
MAXIMUM CUTOFF GRADE	49.130
TOTAL NUMBER OF SAMPLES USED	54
MINIMUM HISTOGRAM VALUE	6.170
MAXIMUM HISTOGRAM VALUE	49.130
CLASS INTERVAL	1.432
MINIMUM POPULATION DATA POINT	6.170
MAXIMUM POPULATION DATA POINT	49.130
TOTAL POPULATION	54

UNGROUPED DATA

GROUPED DATA

	UNGROUPED DATA	GROUPED DATA
TOTAL Nro. OF SAMPLES	54	
ARITHMETIC MEAN	21.5002	21.5507
MEDIAN		20.4900
GEOMETRIC MEAN	18.7091	18.7831
NATURAL LOG MEAN	2.929	2.9333
STANDARD DEVIATION	11.0233	11.0268
VARIANCE	121.5138	121.5895
COEFFICIENT OF VARIATION	0.5127	0.5117
MOMENT 1 ABOUT ARITHMETIC MEAN	0.0000	0.0000
MOMENT 2 ABOUT ARITHMETIC MEAN	121.5138	121.5895
MOMENT 3 ABOUT ARITHMETIC MEAN	831.0312	850.1577
MOMENT 4 ABOUT ARITHMETIC MEAN	37937.0600	37692.9600
MOMENT COEFFICIENT OF SKEWNESS	0.6204	0.6341
MOMENT COEFFICIENT OF KURTOSIS	2.5693	2.5496

NB. LOG MEANS CALCULATED ON SAMPLES ABOVE ZERO

Las tabulaciones de distribuciones de frecuencia se muestran en las tablas 6 y 7.

Los histogramas se muestran en las Figuras 18 y 19.

4.5.5 Correlaciones

Para la corrida de esta opción el sistema solicita 2 campos pertenecientes a una tabla, nos dá las facilidades de poder seleccionar los registros requeridos, condiciones de depuración de datos (valores mínimos y máximos).

La información de output es

Resultado de proceso de selección de datos.

Parámetros de la función de regresión lineal (de la ecuación de la recta) de ambas variables y estadísticos: media, desviación standard y varianza.

A modo de ilustración numérica se corrió esta opción con los datos que se encuentran en la Tabla Nro. 8, que representan las leyes de Au y Ag para 2 taladros de acuerdo a tramos de 5 Mts.

En la Tabla Nro.9 se encuentran los resultados del proceso de selección y en la tabla Nro.10 los resultados finales.

Se emplearon condiciones de filtro restringiendo los valores de leyes de Au a un rango de 0.1 a 20 y las leyes de Ag al rango de 0.1 a 40.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA

CLASSICAL STATISTICS AND HISTOGRAMS

EXTRACCION FILENAME : C:\MODELO.MEX
 DATA DESCRIPTION : LEYES DE AG.
 USER DESCRIPTION : DISTRIBUCION DE FRECUENCIA

FREQUENCY DISTRIBUTIONS

CLASS INTERVAL		< INCREMENTAL >		< UPPER BND			>= LOWER BND		
>= FROM	< TO	COUNT	MEAN	CUM COUNT	CUM MEAN	CUM FREQ PERCENT	CUM COLUNT	CUM MEAN	CUM FREQ PERCENT
		<----- INCREASING ----->			<----- DECREASING ----->				
6.170	7.602	2	6.865	2	6.865	3.70	54	21.500	100.000
7.602	9.034	4	8.305	6	7.825	11.11	52	22.063	96.300
9.034	10.466	4	9.747	10	8.594	18.52	48	23.210	88.890
10.466	11.898	1	11.300	11	8.842	20.37	44	24.433	81.480
11.898	13.330	8	12.198	19	10.255	35.19	43	24.738	79.630
13.330	14.762	1	14.150	20	10.449	37.04	35	27.605	64.810
14.762	16.194	3	15.723	23	11.137	42.59	34	28.001	62.960
16.194	17.626	2	16.680	25	11.581	46.30	31	29.189	57.410
17.626	19.058	1	19.030	26	11.867	48.15	29	30.051	53.700
19.058	20.490	1	20.020	27	12.169	50.00	28	30.445	51.850
20.490	21.922	2	21.340	29	12.802	53.70	27	30.831	50.000
21.922	23.354	1	22.410	30	13.122	55.56	25	31.590	46.300
23.354	24.786	4	24.220	34	14.428	62.96	24	31.973	44.440
24.786	26.218	1	26.120	35	14.762	64.81	20	33.524	37.040
26.218	27.650	5	27.205	40	16.317	74.07	19	33.913	35.150
27.650	29.082	0	0.000	40	16.317	74.07	14	36.309	25.930
29.082	30.514	3	29.603	43	17.244	79.63	14	36.309	25.930
30.514	31.946	1	31.030	44	17.557	81.48	11	38.137	20.370
31.946	33.378	3	32.287	47	18.498	87.04	10	38.848	18.520
33.378	34.810	1	34.300	48	18.827	88.89	7	41.660	12.960
34.810	36.242	0	0.000	48	18.827	88.89	6	42.887	11.110
36.242	37.674	0	0.000	48	18.827	88.89	6	42.887	11.110
37.674	39.106	1	37.780	49	19.214	90.74	6	42.887	11.110
39.106	40.538	2	39.130	51	19.995	94.44	5	43.908	9.260
40.538	41.970	0	0.000	51	19.995	94.44	3	47.093	5.560
41.970	43.402	0	0.000	51	19.995	94.44	3	47.093	5.560
43.402	44.834	0	0.000	51	19.995	94.44	3	47.093	5.560
44.834	46.266	1	45.030	52	20.476	96.30	3	47.093	5.560
46.266	47.698	1	47.120	53	20.979	98.15	2	48.125	3.700
47.698	49.130	1	49.130	54	21.500	100.00	1	49.130	1.850

NB : (GM) GEOMETRIC MEAN

TABLA Nro. 6

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA LOG

CLASSICAL STATISTICS AND HISTOGRAMS

EXTRACCION FILENAME : C:\MODELO.MEX
 DATA DESCRIPTION : LEYES DE AG.
 USER DESCRIPTION : DISTRIBUCION DE FRECUENCIA LOG

FREQUENCY DISTRIBUTIONS

CLASS INTERVAL		< INCREMENTAL >		< UPPER BND			>= LOWER BND		
>= FROM	< TO	COUNT	MEAN	CUM COUNT	CUM MEAN	CUM FREQ PERCENT	CUM COUNT	CUM MEAN	CUM FREQ PERCENT
<----- INCREASING -----> <----- DECREASING ----->									
6.170	6.612	1	6.170	1	6.170	1.85	54	18.709	100.000
6.612	7.085	0	0.000	1	6.170	1.85	53	19.105	98.150
7.085	7.593	1	7.560	2	6.830	3.70	53	19.105	98.150
7.593	8.136	2	8.070	4	7.424	7.41	52	19.448	96.300
8.136	8.719	1	8.150	5	7.564	9.26	50	20.145	92.590
8.719	9.343	2	8.985	7	7.945	12.96	49	20.520	90.740
9.343	10.012	1	9.710	8	8.147	14.81	47	21.254	87.040
10.012	10.729	2	10.120	10	8.508	18.52	46	21.620	85.190
10.729	11.498	1	11.320	11	8.732	20.37	44	22.379	81.480
11.498	12.321	7	12.120	18	9.919	33.33	43	22.736	79.630
12.321	13.203	1	12.740	19	10.051	35.19	36	25.695	66.670
13.203	14.148	0	0.000	19	10.051	35.19	35	26.215	64.810
14.148	15.162	1	14.150	20	10.224	37.04	35	26.215	64.810
15.162	16.247	4	15.841	24	10.998	44.44	34	26.695	92.960
16.247	17.411	1	17.150	25	11.195	46.30	30	28.618	55.560
17.411	18.657	0	0.000	25	11.195	46.30	29	29.128	53.700
18.657	19.993	1	19.030	26	11.426	48.15	29	29.128	53.700
19.993	21.425	2	20.563	28	11.916	51.85	28	29.574	51.850
21.425	22.959	2	21.981	30	12.412	55.56	25	30.413	48.150
22.959	24.603	4	24.220	34	13.428	62.96	24	31.247	44.440
24.603	26.365	1	26.120	35	13.686	64.81	20	32.880	37.040
26.365	28.253	5	27.206	40	14.913	74.07	19	33.281	35.190
28.253	30.276	3	29.600	43	15.644	79.63	14	36.765	25.930
30.276	32.444	4	31.968	47	16.625	87.04	11	37.658	20.370
32.444	34.767	1	34.300	48	16.877	88.89	7	41.354	12.960
34.767	37.257	0	0.000	48	16.877	88.89	6	42.663	11.110
37.257	39.925	3	38.675	51	17.721	94.44	6	42.663	11.110
39.925	42.783	0	0.000	51	17.721	94.44	3	47.064	5.560
42.783	45.847	1	45.030	52	18.042	96.30	3	47.064	5.560
45.847	49.130	2	48.115	54	18.709	100.00	2	48.115	3.700

NB : (GM) GEOMETRIC MEAN

TABLA Nro. 7

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

CLASSICAL STATISTICS AND HISTOGRAMS

EXTRACTION FILENAME : C:\ESTADI.MEX
 DATA DESCRIPTION : LEYES DE Ag.
 USER DESCRIPTION : HISTOGRAMA DE FRECUENCIA (LEYES DE Ag.)

NORMAL HISTOGRAM

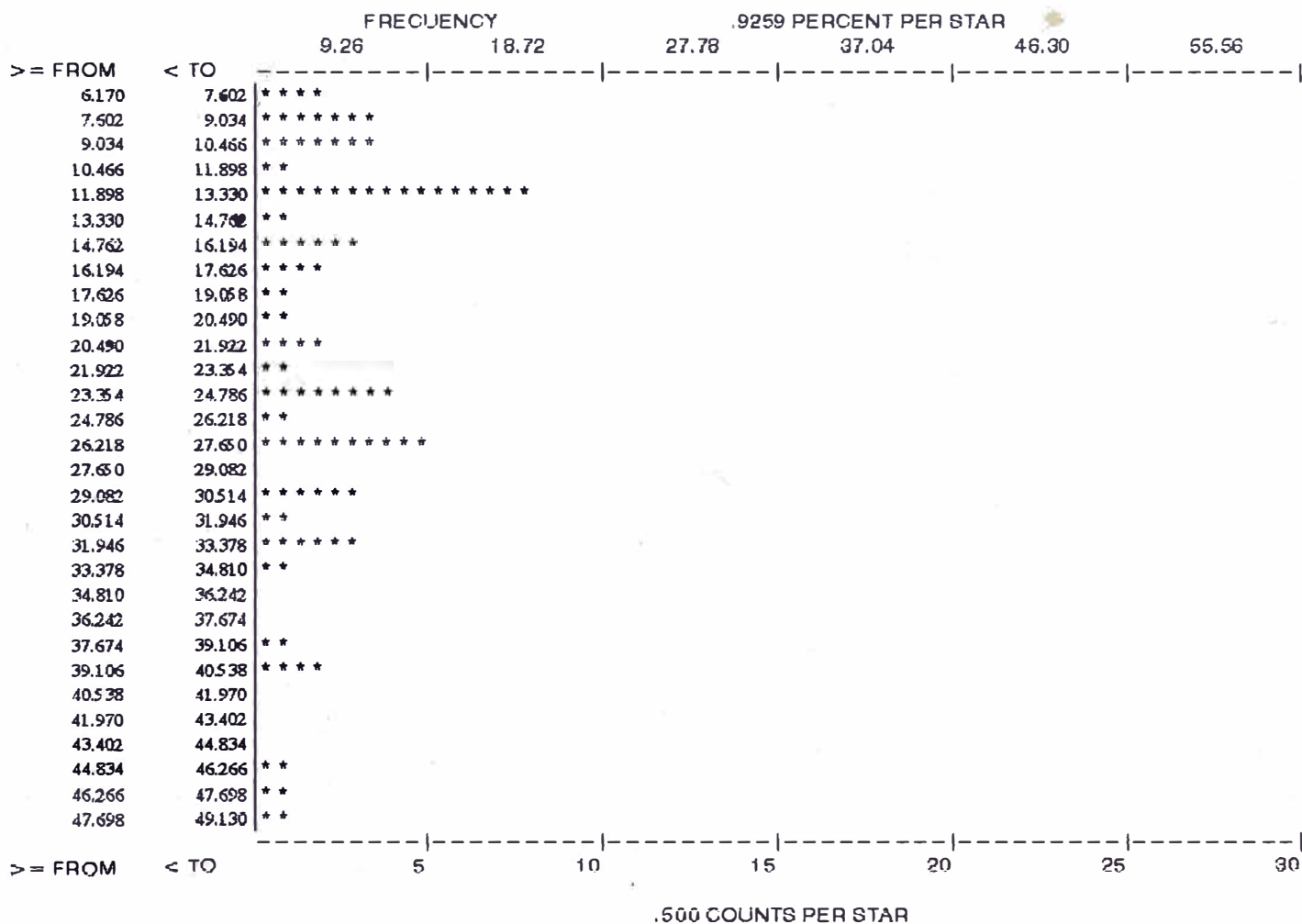


FIGURA No. 18

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA LOG

CLASSICAL STATISTICS AND HISTOGRAMS

EXTRACTION FILENAME : C:\ESTADI.MEX

DATA DESCRIPTION : LEYES DE Ag.

USER DESCRIPTION : HISTOGRAMA DE FRECUENCIA (LEYES DE Ag.) LOG

NORMAL HISTOGRAM

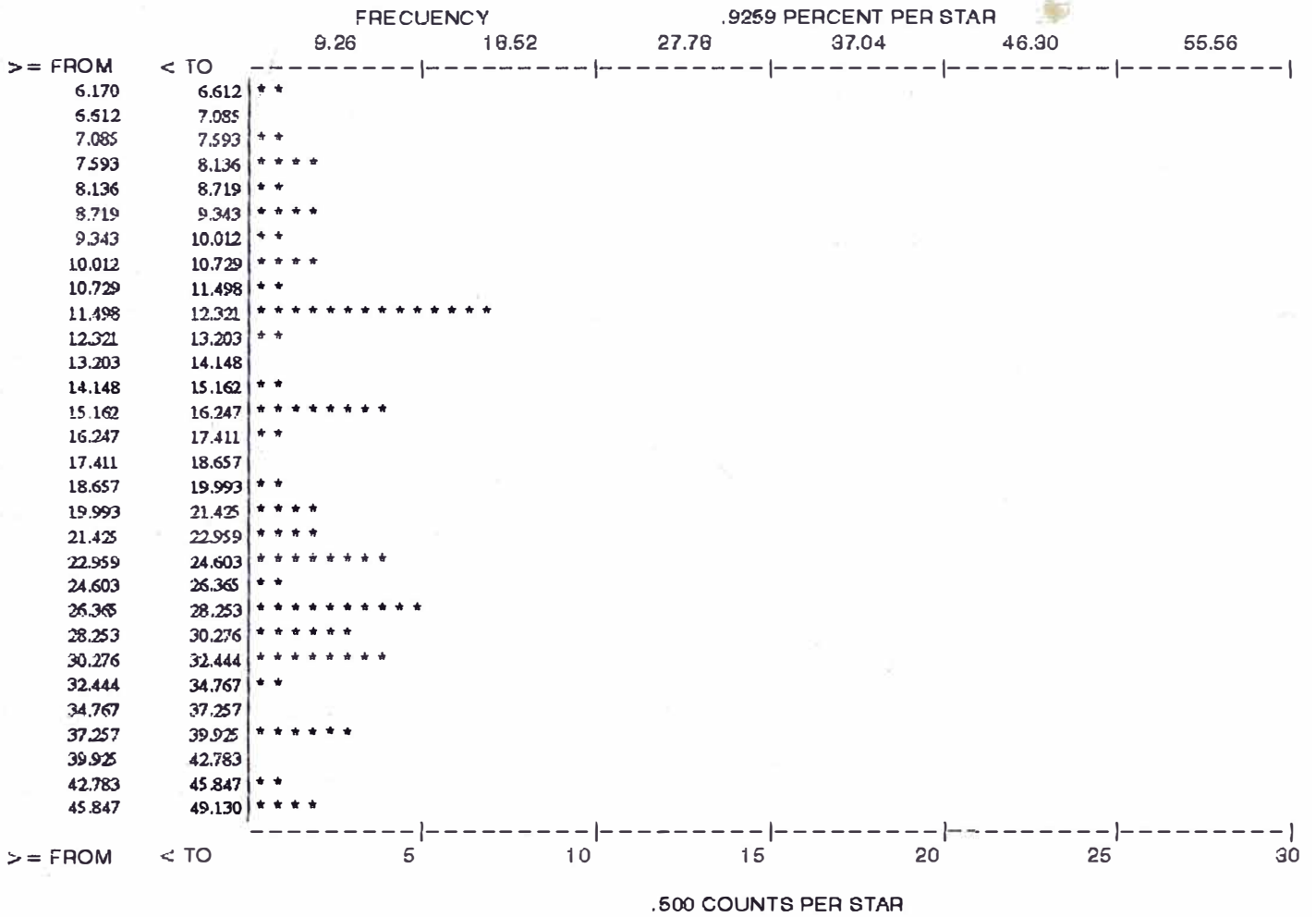


FIGURA Nro. 19

DATOS PARA ANALISIS DE CORRELACION

INTERVALO		LEYES TALADRO T-10		LEYES TALADRO T-20	
FROM	TO	AU	AG	AU	AG
0	5	0.00	0.00	0.00	0.00
5	10	0.00	0.00	0.00	0.00
10	15	0.00	0.00	0.00	0.00
15	20	0.00	0.00	0.48	6.13
20	25	0.00	0.00	0.61	5.14
25	30	0.00	0.00	0.52	5.91
30	35	0.91	10.03	1.13	12.27
35	40	0.84	8.01	1.21	21.57
40	45	1.92	12.30	1.42	23.64
45	50	1.87	27.21	1.72	24.71
50	55	2.31	34.30	1.37	32.31
55	60	2.97	29.28	1.91	37.21
60	65	3.05	27.31	2.03	36.25
65	70	2.87	22.41	3.42	35.40
70	75	1.92	29.32	4.01	28.89
75	80	2.05	31.03	3.52	29.70
80	85	1.99	27.24	2.56	31.27
85	90	2.01	16.15	1.20	18.19
90	95	0.72	8.93	1.12	12.15
95	100	0.00	0.00	0.61	9.71

TABLA Nro. 8

DATOS SELECCIONADOS PARA PROCESO DE CORRELACION

BIVARIATE STATISTICS

DATA SET 1 FROM : C:\PRUEBA.G5A

TABLE	3
X-AXIS	AU
Y-AXIS	AG
NUMBER OF SAMPLES READ	40
NUMBER OF SAMPLES USED	30
MINIMUM X VALUE	0.4800
MAXIMUM X VALUE	4.0100
MINIMUM Y VALUE	5.1400
MAXIMUM Y VALUE	37.2100
TOTAL # OF POINTS USED ON ALL DATA SET :	30

TABLA Nro. 9

RESULTADOS DE PROCESO DE CORRELACION

REGRESSION LINE (X ON Y)

$$Y = A \cdot X + B$$

$$A = 14.90311$$

$$B = -5.18072$$

REGRESSION LINE (Y ON X)

$$X = C \cdot Y + D$$

$$C = 7.86685$$

$$D = 7.54786$$

CORRELATION COEFFICIENT 0.72654

STATISTICS ON X VALUE

MEAN 1.80900

STANDARD DEVIATION 0.94283

VARIANCE 0.88894

STATISTICS ON Y VALUE

MEAN 21.77900

STANDARD DEVIATION 10.20879

VARIANCE 104.21930

TABLA Nro. 10

5. DISEÑO DE PAREDES FINALES

MODELAJE

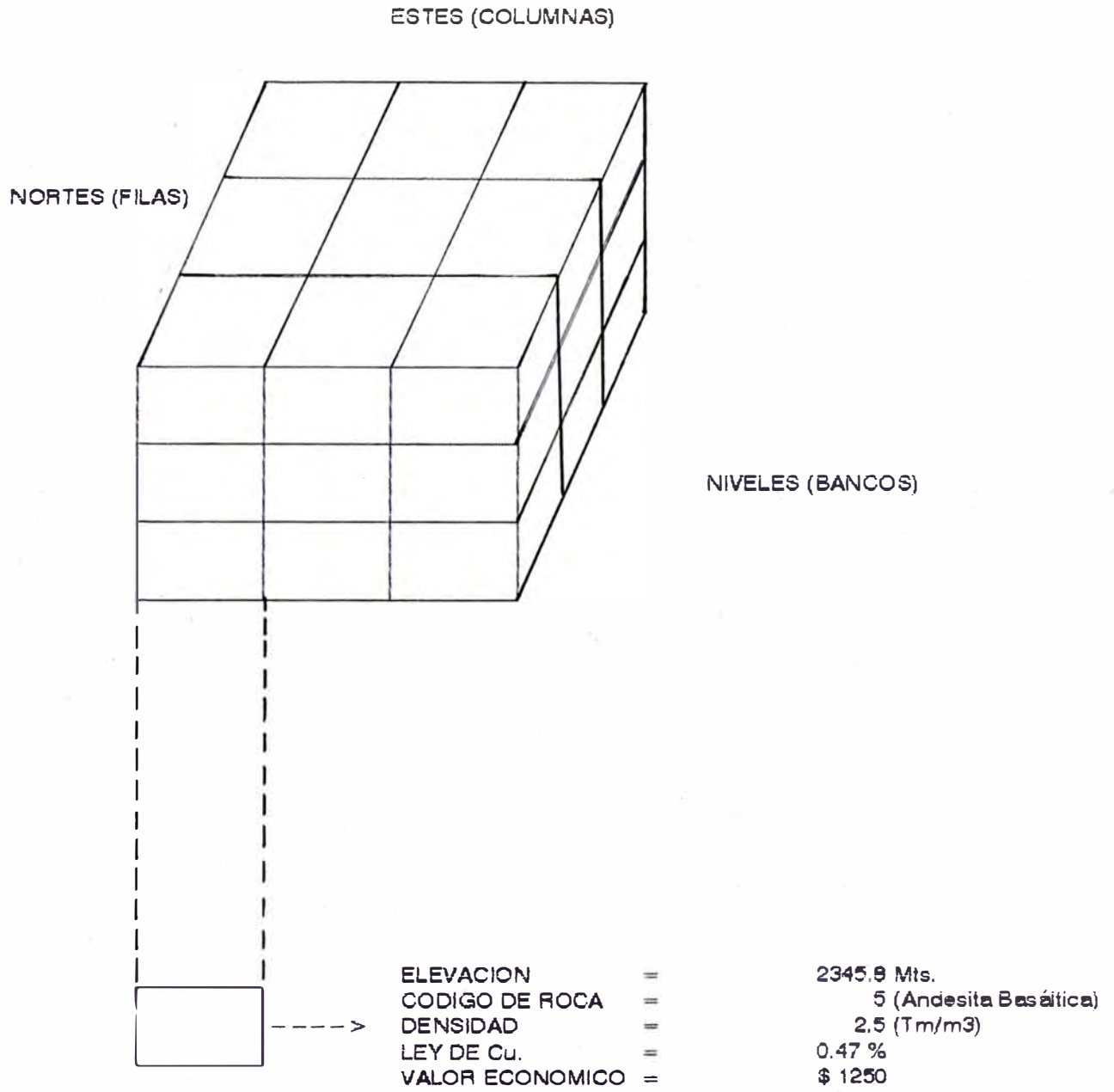


FIGURA Nro. 20

5.1.2 Modelo de Topografía

En la secuencia de generación de modelos, este es el que por lo general se genera en primer lugar, básicamente usando la topografía actual se calcula las elevaciones de cada uno de los bloques del modelo.

La información fuente es un plano con las curvas de nivel de la topografía actual del proyecto.

Esta información es transferida al computador empleando el Digitizer que envía las coordenadas de cada uno de los puntos que forman parte de la curva de nivel.

Ver Figura Nro. 21.

El proceso puede tomar unas 2 horas de trabajo, lógicamente dependiendo de la extensión del área y la práctica del operador.

Los puntos son almacenados como polígonos abiertos ó cerrados.

El cálculo del valor para cada bloque se realiza usando Pc-Mine el cual usa la opción del Algoritmo de Laplace basado en la solución de una ecuación diferencial resuelta por iteraciones. El input es la terna (x,y,z) de cada uno de los puntos enviados.

Este método no requiere un orden definido para el envío de puntos.

La corrida es rápida, para un grupo de 10000 puntos se tienen los resultados en 5 minutos.

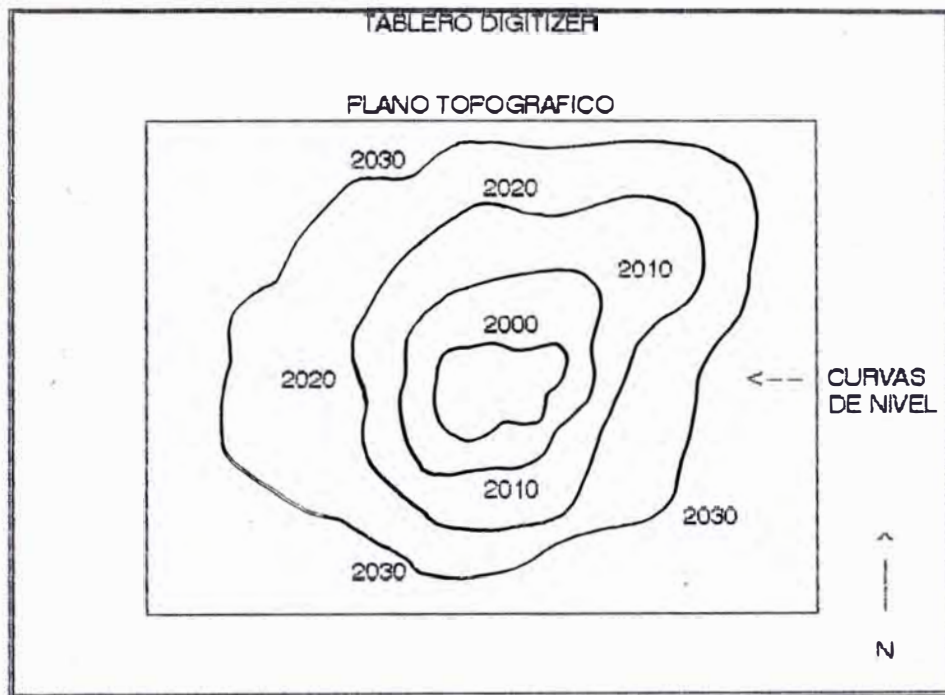
Esta superficie generada es usada básicamente para tener un punto de partida, saber en que posición espacial se encuentra en ese momento el yacimiento y a partir de ese punto generar una pared final óptima económica.

5.1.3 Modelo de Geología y Densidad

La generación de este modelo tiene por finalidad identificar los bloques con su respectivo tipo de roca asignándole un código definido.

Esta codificación posteriormente es usada en la generación de otros modelos y otros procesos, por Ejm. para generar leyes con restricción por

MODELO DE TOPOGRAFIA



PROGRAMA DE INTERPOLACION

BLOQUE ELEVACION = 2025 M.

FIGURA Nro. 21

tipo de roca, cálculo de reservas geológicas por tipo de roca, Etc.

La fuente de información son los planos geológicos de tipo de roca, por niveles, formado por polígonos que encierran un determinado tipo de roca.

Similar al modelo de superficie estos polígonos de tipo de roca por niveles, son ingresados al computador usando el digitizer, punto por punto, recorriendo todo el perímetro del polígono.

Ver Figura Nro. 22.

El programa de generación superpone estos polígonos con la malla de bloques del nivel correspondiente y le asigna el código que le corresponde de una tabla de codificación previamente definida.

El modelo de densidad está íntimamente ligado al modelo de tipo de roca, se basa en una tabla que asocia el valor numérico de la densidad para cada tipo de roca.

Luego de la corrida, cada bloque tiene un valor numérico de densidad según el sistema de unidades empleado. (Por Ejm.:Ton/m³).

5.1.4 Modelo de leyes

La generación de este modelo se realiza a partir de los datos compositados, se disponen de varios métodos de cálculo entre los que están:

- Inverso de la distancia.
- Kriging.

El input está compuesto por la ubicación espacial de las leyes compositadas, las cuales pueden tener asociado un código de tipo de roca y poder realizar el cálculo de las leyes de los bloques (interpolación), restringiendo por tipo de roca de acuerdo al comportamiento geológico.

Describimos aquí el método del inverso de la distancia, el cual se basa en la siguiente fórmula:

MODELO DE GEOLOGIA Y DENSIDAD

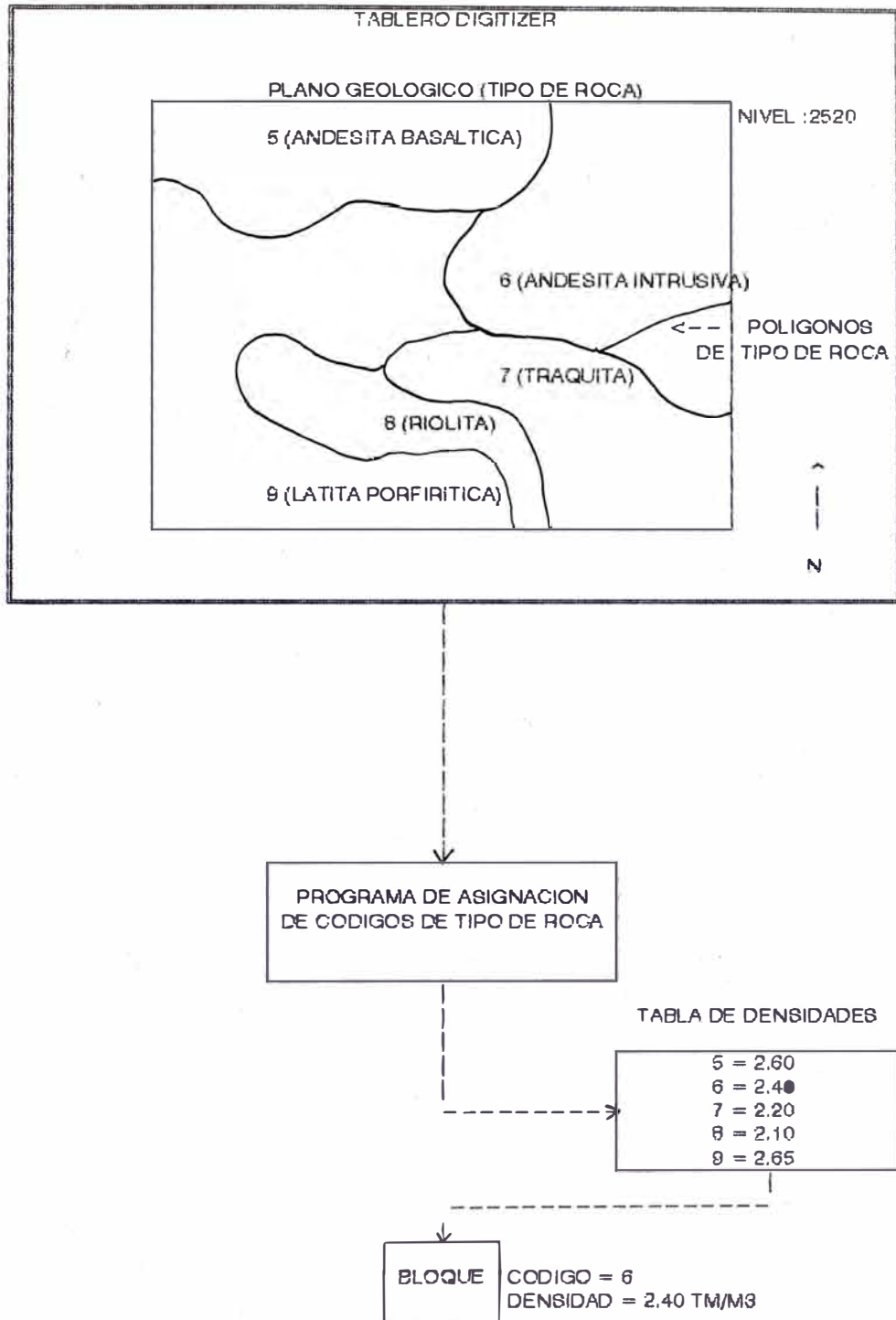


FIGURA Nro. 22

$$\text{Ley estimada de bloque} = \frac{\sum_{1}^{n} (\text{Ley} / (Dn)^z)}{\sum_{1}^{n} (1 / Dn^z)}$$

Donde :

n : Nro. de compósitos.

z : Exponente.

D : Distancia de centro de bloque a la muestra.

La ilustración del método se muestra en la Figura Nro. 23.

El proceso de la estimación de las leyes de los bloques es sumamente importante, ya que una errada estimación traería como consecuencia una errada estimación de reservas.

Los parámetros que se usen en el método del inverso de la distancia deben ser obtenidos luego de minuciosos análisis de la información histórica.

El Quick-Plot módulo gráfico común a Pc-Xplor y Pc-Mine nos dá facilidades para mostrar los bloques estimados para un determinado nivel del tajo, esto se ilustra en la Figura Nro. 24.

5.1.5 Modelo de valores económicos

Este es el más complejo de todos los modelos necesarios para "correr" el programa optimizador.

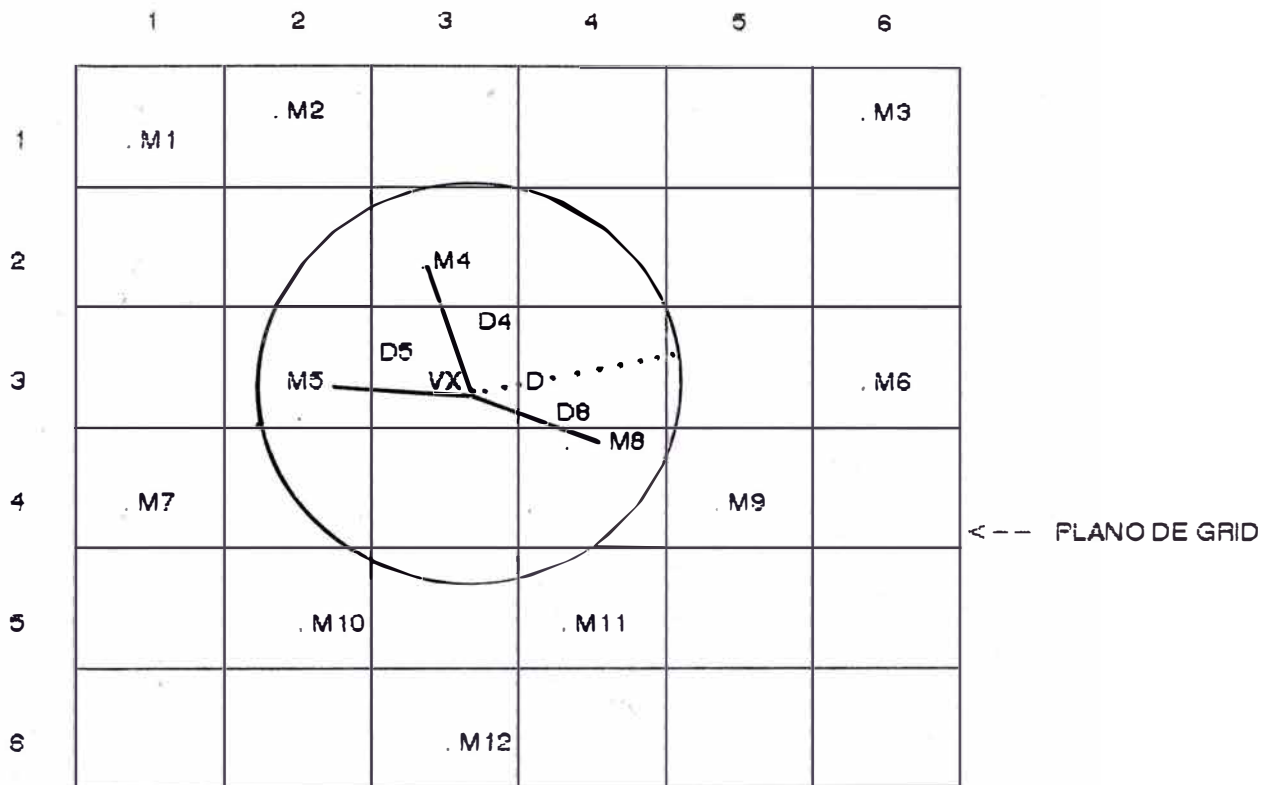
Su input está formado por una estructura de costos que en el caso de Minería a Cielo abierto es sumamente compleja ya que cada mina es una realidad diferente.

Para Pc-Mine la estructura de costos básicamente requiere de 4 rubros:

a) Costos directos, los cuales abarcan 3 operaciones unitarias de minado : Perforación, Disparo y Carguío.

b) Costos de Transporte, los cuales a su vez se

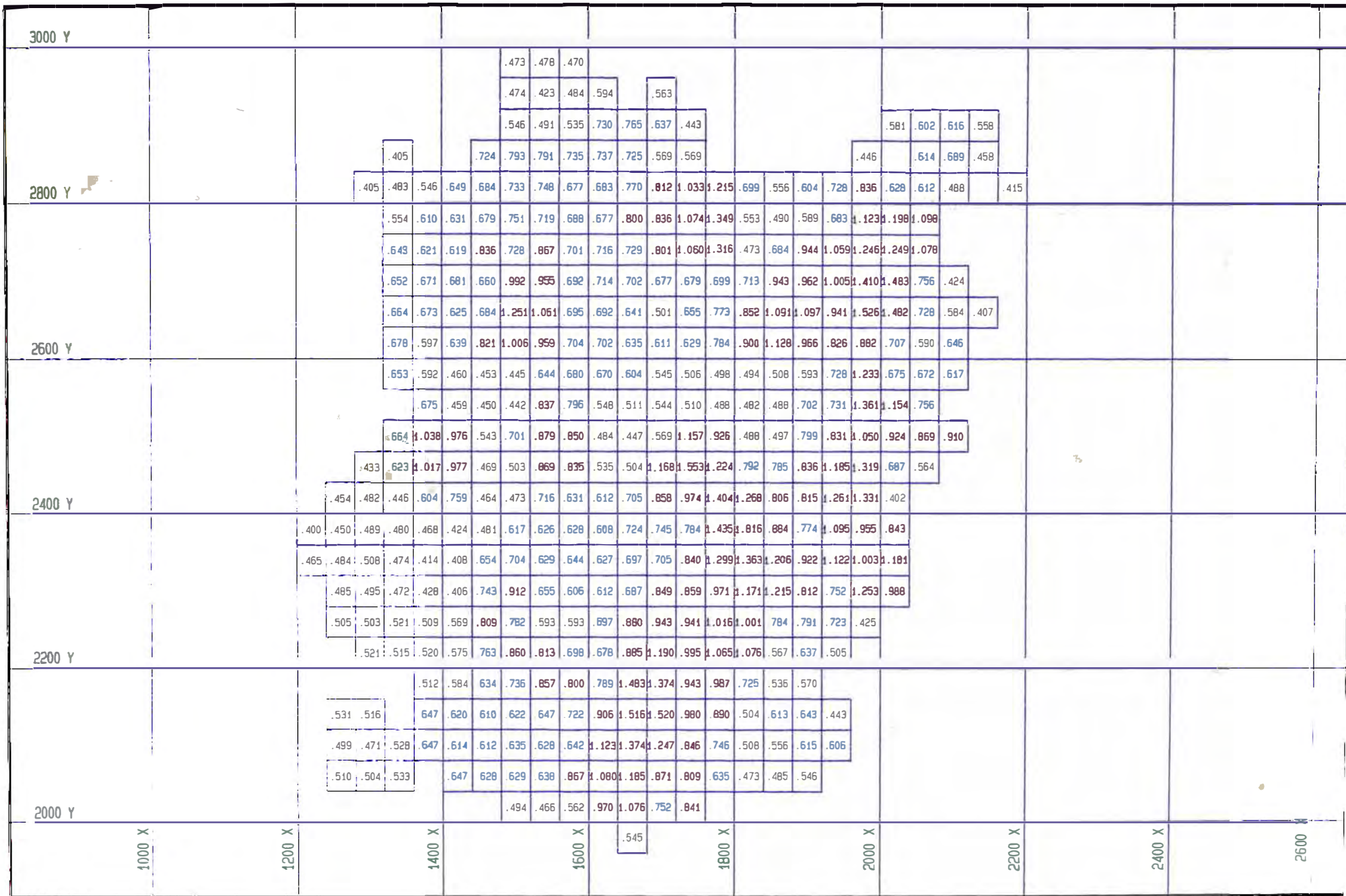
METODO DEL INVERSO DE LA DISTANCIA



VX = VALOR A CALCULAR
 D = DISTANCIA MAXIMA DE BUSQUEDA
 z = EXPONENTE

$$VX = \frac{M4 \cdot \frac{1}{D4^z} + M5 \cdot \frac{1}{D5^z} + M8 \cdot \frac{1}{D8^z}}{\frac{1}{D4^z} + \frac{1}{D5^z} + \frac{1}{D8^z}}$$

FIGURA Nro. 23



MODELO DE BLOQUES

FIG. 24

dividen en 2:

- Costo horizontal en función a la distancia al punto de destino.

- Costo vertical, en función de la ubicación del bloque.

c) Costos de botaderos, dependiendo del sistema de transporte que se use, se tendría costo de botaderos para volquetes y/o trenes.

d) Costos de procesamiento, referido al costo para obtener el producto final (Concentrado, Cu. fino, Etc.).

Asimismo el sistema solicita información de distancias de acarreo, elevaciones de botaderos y salidas del tajo.

Para el cálculo de ingresos el sistema usa curvas que expresan el ingreso que se obtendrá al minar un bloque, esto en función de los valores de ley del bloque. Intervienen aquí las cotizaciones del metal que se está evaluando y los porcentajes de recuperaciones.

Para el cálculo de los valores económicos el programa calcula los ingresos y les descuenta los costos.

Como se verá el cálculo del valor económico de un bloque estará en función de varias variables.

Un bloque que tenga leyes bajas puede ser rentable extraerlo por su ubicación cerca de la salida del tajo, caso contrario, un bloque de alta ley no puede ser económico minarlo porque está ubicado en una zona profunda del tajo, siendo su costo de transporte muy alto.

Análogamente un bloque en una zona intermedia puede tener una buena ley pero encontrarse en una zona de roca dura, siendo su costo de disparo alto.

5.2 Optimización del límite final de minado.

Cuando hablamos de generar un pit "optimizado", nos referimos a obtener la pared final del pit que nos dé el máximo beneficio económico, respetando las condiciones de estabilidad de talúdes y los valores económicos suministrados al sistema "optimizador".

En el presente trabajo describiremos las características del sistema optimizador "Whittle 3D", el cual está basado en el Algoritmo de Lerchs & Grossmann.

El input para este sistema es el modelo de bloques con los valores económicos los cuales a su vez pueden haber sido calculados previamente con un sistema para modelaje.

El sistema optimizador determina la relación entre los bloques determinando cuales serán minados y cuales no para obtener el mayor beneficio económico, respetando condiciones geométricas y de estabilidad de talúdes.

La secuencia de trabajo del sistema optimizador podemos dividirla en 4 etapas:

a) Generación de "estructura de arcos".-

El primer programa genera un archivo binario de "estructuras de arcos", el cual indica el relacionamiento entre los bloques, en otras palabras en este archivo se indica que otros bloques deben ser minados para dejar "descubierto" un determinado bloque y poder minarlo respetando las exigencias de ángulos de talúd.

Al final se tendrá una especie de "construcción" de los talúdes del pit.

b) Optimización propiamente dicha.-

Usando el archivo de "estructura de arcos" generado en punto anterior y el archivo de valores económicos se realiza el proceso de optimización para obtener el máximo beneficio económico.

El output es un archivo con la relación de los bloques que forman parte del pit óptimo económico, los cuales incluyen a los bloques de desmonte que deben ser minados.

El tiempo de corrida del programa está en función del número de arcos del archivo de estructuras, complejidad del yacimiento y potencia del equipo de cómputo.

c) Impresión del pit.-

Con este programa se tiene un "print" de los bloques que serán minados.

d)Rebloqueo-

El rebloqueo consiste en la agrupación de varios bloques para formar uno solo, reduciendo de esta manera el número de bloques a ser optimizado.

Por Ejm. si las dimensiones de los bloques son de 15x15x10 y usamos factores de rebloqueo de 2 en las 3 dimensiones, los nuevos bloques serán de 30x30x20; un nuevo bloque será equivalente a 8 de los originales.

Se usa generalmente cuando se desea efectuar corridas rápidas para pruebas, para análisis de sensibilidad, Etc.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los beneficios que brinda la automatización y uso de software especializado los podemos resumir en:

En el caso de la Automatización:

- Los trabajos de campo se realizan muy rápidamente, con personal mínimo y con alta precisión.
- El trabajo que se realiza en gabinete permite obtener un producto final (Plano, reporte, Etc.) de gran calidad y acabado.

En el caso de la implementación de software especializado:

- Se dispone de una herramienta que permite el poder realizar diversas alternativas para un determinado trabajo en forma rápida y con gran confiabilidad.
- Disponer de información gráfica que permite el poder visualizar el comportamiento geológico minero del yacimiento en estudio.
- Efectuar rápidamente análisis de sensibilidad para determinar la sensibilidad del yacimiento a variables tales como: Precio, Cut-off, Recuperaciones, Costos, Etc.
- Poder actualizar constantemente las bases de datos y recalcular los resultados, siendo la Minería una actividad sujeta constantemente a fluctuaciones, esta facilidad es muy útil.

Dentro de las recomendaciones podemos mencionar:

- La implementación del proceso de automatización en Minería, es rápida, por la facilidad en el uso del instrumental, sin embargo se recomienda proporcionar un buen programa de entrenamiento al personal involucrado para que de esta manera puedan usar el instrumental eficientemente y explotando todas las facilidades que brinda, logrando de esta manera un sistema de trabajo rápido y eficiente que compense la inversión.
- La implementación de software minero debe ser realizada luego de un proceso de análisis riguroso, el cual contemple todos los parámetros que el sistema requiere, para lo cual es recomendable la participación de Geología, Planeamiento de Mina y Concentradora.

Una correcta estructuración y carga de información a las bases de datos nos llevará a un buen uso de los sistemas.

7. BIBLIOGRAFIA

Bibliografía de Consulta:

- 1.- Catálogos LEICA / WILD.
- 2.- Whittle Programming Lerchs–Grossmann Package – User Manual.
- 3.- Pc–Mine User Manual.
- 4.- Pc–Xplor User Manual.
- 5.- Apuntes personales.