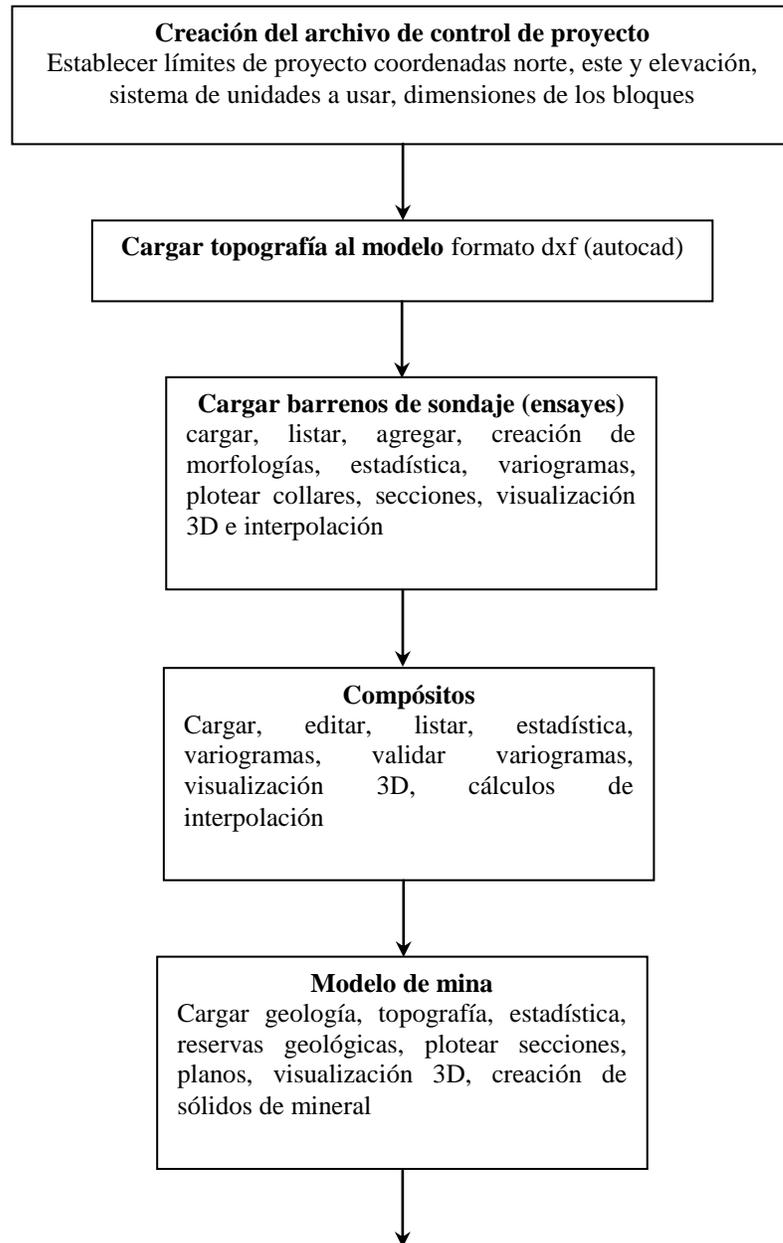
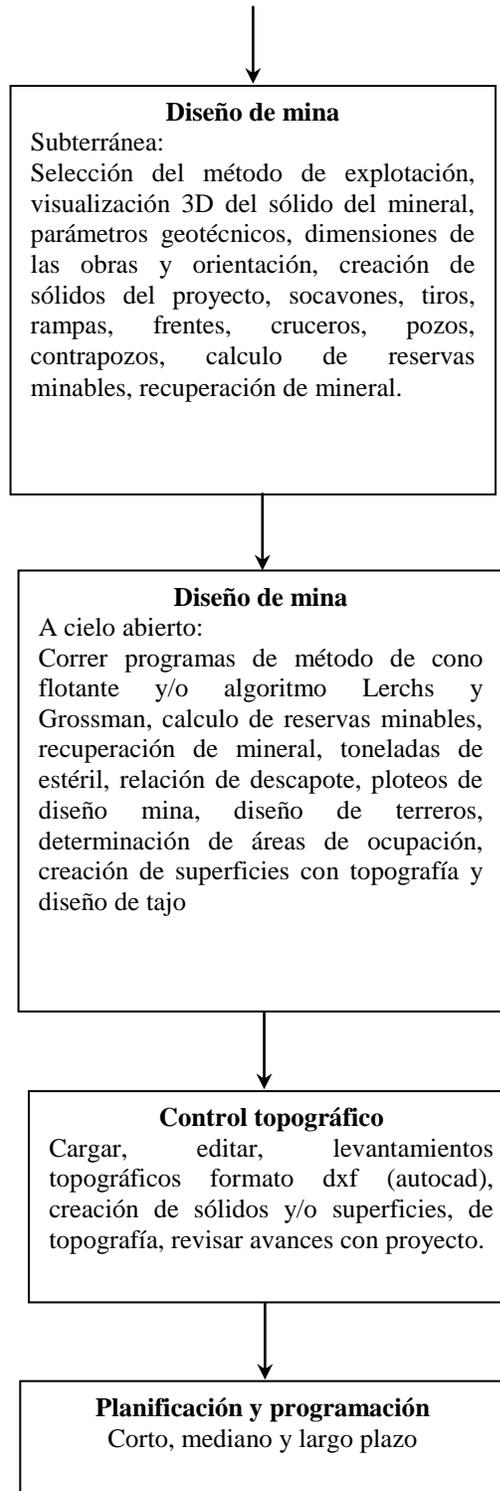


TEMA III. APLICACIÓN DEL MINESIGHT EN LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE MINADO

DIAGRAMA DE FLUJO BASICO DE MINESIGHT

El siguiente diagrama muestra el flujo de tareas para un proyecto estándar de evaluación minera. Estas tareas cargan los ensayos de sondaje, calculan los compósitos, desarrollan un modelo de mina, diseñan un tajo, y crean programas de corto, mediano y largo plazo tanto para minas a cielo abierto como para minas subterráneas.





III.2 ACTUALIZACION TOPOGRÁFICA DE OBRAS MINERAS

Tradicionalmente en el departamento de planeación de las unidades mineras, antes del uso de las computadoras todo el control topográfico de las obras mineras subterráneas y obras mineras superficiales solo se tenía plasmado en planos de uso diario y para las juntas semanales; actualmente esta información existe en los planeros y en la computadora en donde se pueden hacer los cálculos y el diseño de las explotaciones y proyección de obras en menos tiempo y con mayor calidad.

Control de pendiente y ancho de la obra

Se colocan 4 fichas, dos en cada tabla, existirán dos principales y dos auxiliares; las principales no llevan numeración y no deberán estar a una distancia mayor a 20 metros del tope, si se excede dicha distancia se deberán colocar unas nuevas a 5 metros del tope, a las fichas se les deja unos hilos amarrados lo suficientemente largos para que lleguen de tabla a tabla, éstas se colocarán a un metro arriba de donde deba de ir el piso proyectado.

Control de rumbo y altura

Las fichas se colocan en el cielo de la obra, una principal y una auxiliar, la principal llevará un número consecutivo y la auxiliar estará un metro atrás de esta, en éstas dejarán amarrados hilos lo suficientemente largos para poder hacer la alineación, no deberá dejarse más de 20 metros de distancia entre la última ficha y el tope, si se rebasa esta distancia se deberán colocar unas nuevas 5 metros atrás del tope, éstas deberán estar en el centro de la obra proyectada.

Antes de la barrenación y de colocarse el Jumbo en posición, el operador deberá de ir hasta donde se encuentran las fichas y colocar los 2 hilos de las tablas de lado a lado y alinearlos, estando el ayudante en el tope le indicará con una lámpara el lugar donde marcará la elevación; un metro debajo de dicha marca y 3.5 metros arriba de esta cortarán la barrenación de cielo y piso; de igual manera con los hilos de rumbo se alinearán y marcará en el tope el centro de la obra marcando a 2 metros a cada lado el corte de la barrenación de las tablas.

El ingeniero topógrafo realiza los levantamientos en la mina para después elaborar los cálculos de gabinete y actualizar en el plano de trabajo y en la computadora, en autocad se plasma el avance topográfico en planta y sección por separado, basándose en las coordenadas y elevación de las fichas, por lo tanto cada punto de inicio y fin de cada línea que definen la topografía tienen sus coordenadas reales este, norte y elevación, esto es para la topografía en planta; para la sección no es muy práctico ya que si se quisiera que las líneas que definen la topografía en sección tuvieran sus coordenadas reales en una vista en planta se vería solo la proyección de una línea que va por el centro de la obra alineada con las fichas.

Para realizar la creación de sólidos de la topografía de las obras subterráneas en minesight se utilizan 4 líneas principales de una obra, que son las líneas de piso, cielo, tabla izquierda y tabla derecha, las líneas de las tablas se importan directamente de autocad como un archivo dxf, las de cielo y piso también se importan como dxf de autocad pero dentro de minesight se tiene que rotar tridimensionalmente con respecto a un punto conocido para darle su posición y orientación adecuada y de esta manera formar al sólido.

El punto de referencia que se menciona generalmente es una ficha, teniendo la sección topográfica en autocad, a lo largo de ésta están plasmadas las fichas que deben de coincidir con la misma posición en planta, de modo que para colocar el punto de referencia se escoge una ficha de la sección, se mueve toda la sección y las fichas, como punto de origen la ficha de referencia y como punto de destino las coordenadas reales de dicha ficha. Una vez hecho esto se exporta la sección con formato dxf y estando dentro de minesight se importa el dxf de la sección, como en minesight la posición de la información se basa en coordenadas reales solo la ficha de referencia tendrá esta posición, en autocad la sección antes de exportarla presenta la información de manera que el eje z es perpendicular a la pantalla teniendo el lado positivo hacia fuera de ésta, en minesight se puede manejar la inclinación y la rotación del azimut, para poder tener vistas tridimensionales de los objetos en cualquier posición.

Para posicionar la sección completa en sus coordenadas reales se rotara primeramente con respecto al eje x para posicionar cada punto que definen las líneas de cielo y piso en su elevación correspondiente, una vez hecho esto la rotación que se hace es con respecto al eje z para posicionar la sección en sus coordenadas reales este y norte siempre tomando como pivote la ficha de coordenadas reales denominada punto de rotación Fig. 39.

Una vez teniendo tanto las líneas de sección como las de las tablas en su posición real, las líneas deben de convertirse a formato superficie (survey), esto se hace dentro del mismo entorno de minesight, la información con formato dxf se importa en el geometry Set y se almacena dentro de un conjunto para después exportar éste a un campo del configurador de superficie (survey set), ya estando esta información aquí adquieren el formato mencionado y entonces se procede a utilizar la herramienta creando un sólido de datos superficie (survey) y al hacer esto el programa pide en orden la línea de piso, cielo, tabla izquierda y tabla derecha creando el sólido formado por cuatro caras que en sí son triangulaciones o superficies trianguladas donde cada uno de los vértices está unido a los nodos de que están formadas las líneas de piso, cielo y tablas de modo que el sólido visto en sección estará delimitado por las líneas de cielo y piso, y en una vista en planta por las líneas de las tablas es por ello que los sólidos de la topografía representan una vista en 3-D de la posición espacial real de las obras mineras ver Fig. 40.

Rampas

La creación de los sólidos tienen el mismo proceso aunque son obras que en ocasiones no tienen un rumbo franco. La sección topográfica de éstas obras se actualiza en autocad y en el plano de manera que se despliega en toda su extensión la rampa para que pueda tener una sección real; esto se hace segmentando la rampa en secciones rectas que generalmente se conforman por la unión de las fichas de control de modo que en la sección real se presenta el ascenso o descenso de la obra dependiendo si es positiva o negativa. Para exportar la sección a minesight en posición espacial real de la obra como se encuentra en la mina se procede de manera similar; se posiciona toda la sección en base a un punto de referencia que será generalmente la ficha de comienzo de la rampa.

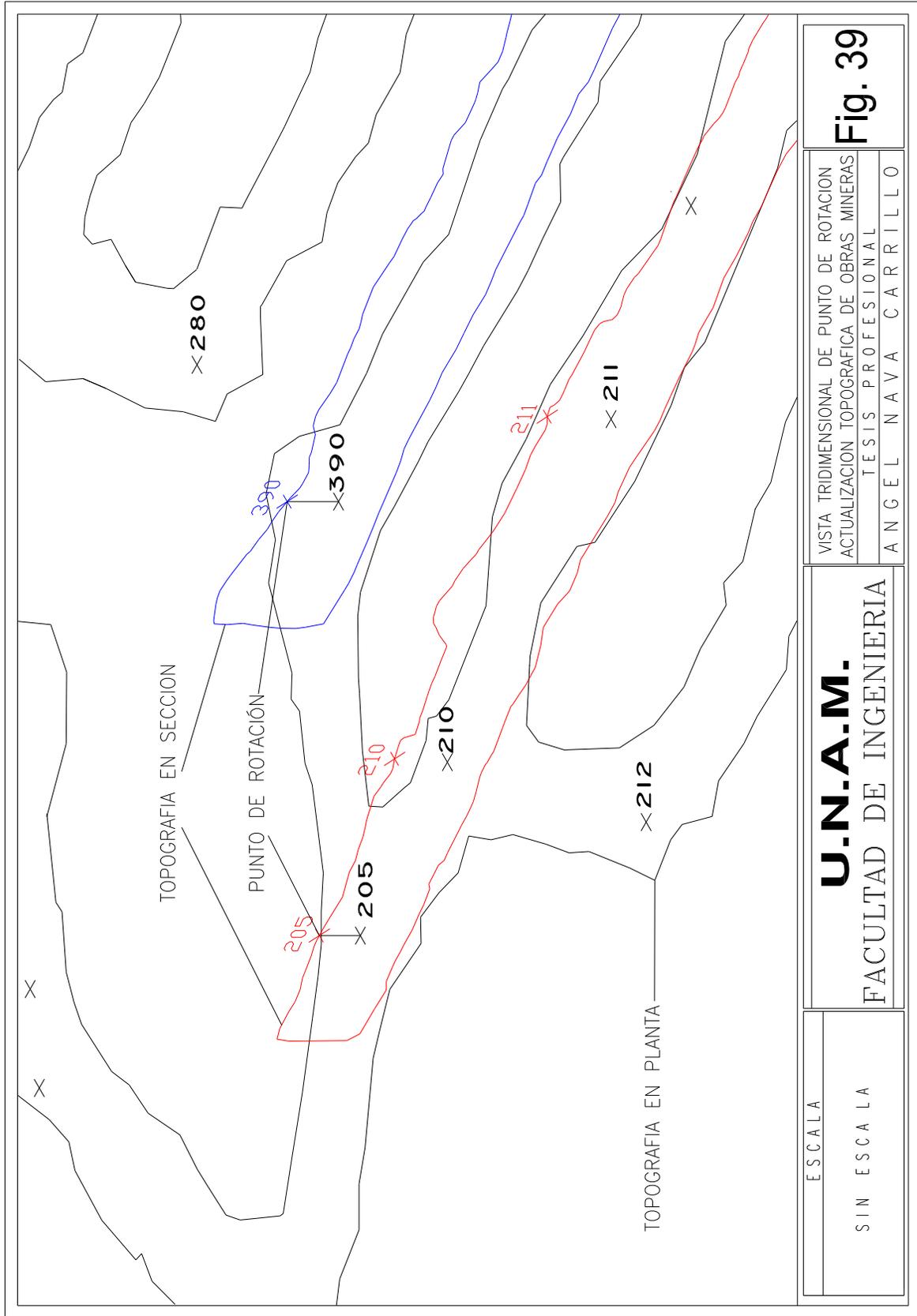
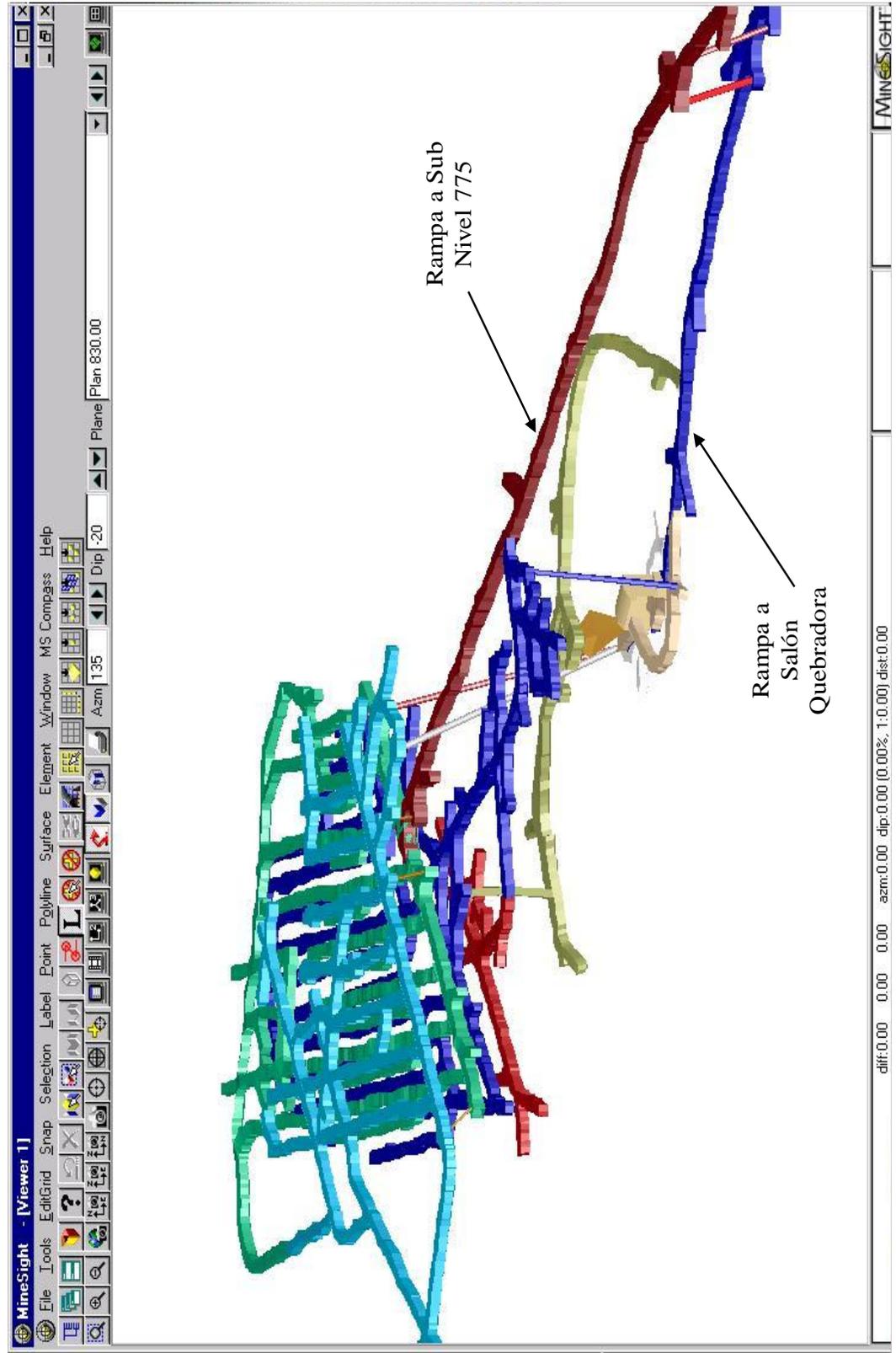


Fig. 39

Fig. 40 Sólidos de Obras Minerías



Estando en autocad con la sección de la rampa y las fichas colocadas en el cielo y en la posición horizontal que les corresponde, se mueve todo esto tomando como punto de origen la primer ficha de comienzo de la rampa y colocando todo al punto de coordenadas este, norte y elevación correspondiente a la ficha de comienzo de la rampa, las líneas de cielo y piso que definen la sección estarán segmentadas en cada cambio de rumbo conforme va girando la rampa (en su caso) en cada segmentación estará una ficha; entonces se importa a minesight como dxf y se pasa a formato superficie (survey); primeramente todos los segmentos de la sección se rotarán con respecto al eje x o a la dirección este-oeste para que en una vista en planta sólo se vea una línea con un rumbo franco que es su proyección, después cada segmento de la rampa se rotará a su rumbo real tomando como punto de rotación la ficha de cambio de rumbo, así como van rotándose los segmentos de la sección de la rampa y se va ajustando cada punto que define las líneas de sección a coordenadas reales este, norte y elevación, puesto que se parte de un punto real y los ángulos de rotación se miden manualmente o en autocad a la precisión de 3 decimales para que sea mínimo el error, los ángulos se pueden medir con respecto al norte, es decir, son ángulos de azimut y la rotación es con respecto al eje z.

Ya teniendo acomodados todos los segmentos de la sección se unirán estos para formar una sola línea de cielo y piso a todo lo largo de la obra. Las líneas de tablas se importarán de autocad como dxf y se pasarán a formato superficie (survey), como la rampa es una obra en la cual en cada punto este y norte de las líneas va variando más rápidamente la elevación, las líneas de las tablas se ajustan de modo que se procure que siempre este en una parte media entre el cielo y el piso de la obra a todo lo largo de ésta, para esto se utiliza una herramienta en minesight donde se tiene la línea de la tabla con sus coordenadas este, norte y elevación y puede ajustar esta línea para que empiece en una elevación y termine en otra variando en cada punto la coordenada z, respetando las coordenadas xy reales, se procura que estén en la parte media de la obra porque es más fácil para el programa realizar la triangulación del sólido con puntos cercanos y no con las líneas de cielo y piso a una elevación y las de las tablas a otra, es decir, las líneas de las tablas no pueden estar a una elevación constante y las de cielo y piso a otras (bajando o subiendo).

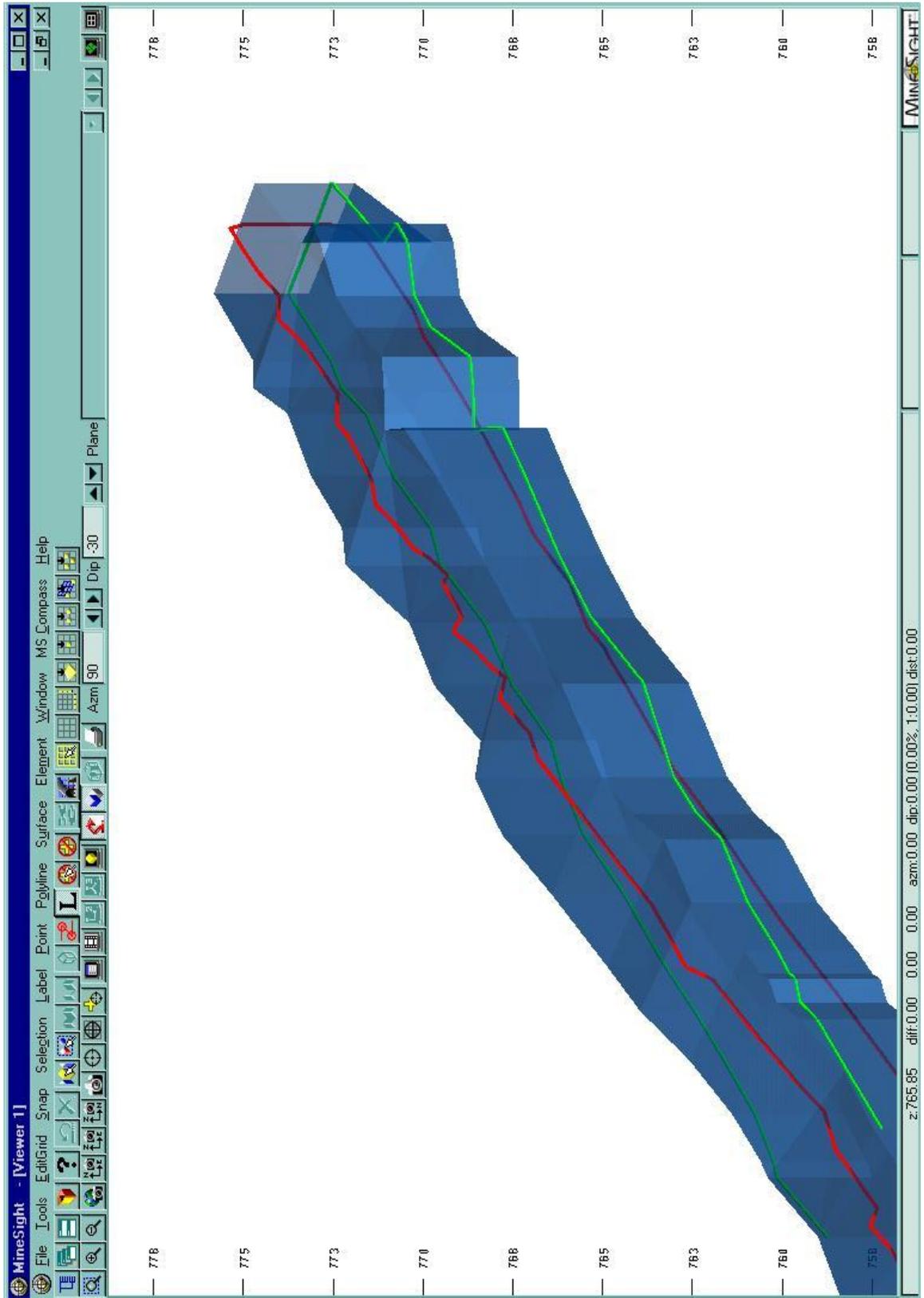
Teniendo las cuatro líneas acomodadas se aplicará la herramienta crear sólido de datos de superficie \Rightarrow conectar piso – cielo con líneas de pendiente y tablas (create solid of survey data \Rightarrow connect floor/back gradelines with wall outline) seleccionando primeramente la línea en piso, cielo, tabla izquierda y tabla derecha para formar el sólido, ver Fig. 41.

III.3 SOLIDIFICACIÓN DE ÁREA MINERALIZADA

En toda explotación minera es de suma importancia conocer la posición y distribución espacial del cuerpo mineral ya que esta información influye en la selección del método de explotación y particularmente en la longitud, operación y pendiente de las obras de preparación.

La interpretación geológica parte de la información generada de los barrenos de sondaje, como generalmente lo barrenos se realizan siguiendo un patrón o cuadrícula de barrenación se puede decir que las líneas de barrenación están contenidas en planos con rumbos definidos siempre y cuando estos sean verticales.

Fig. 41 Creación de Solidos a partir de Contorno de Cielo y Tablas



En medsystem se cargan los barrenos con sus coordenadas de collar, sus valores de análisis por tramos, aquí se pueden visualizar secciones longitudinales mostrando la topografía del terreno y los barrenos con sus valores, aquí es donde se genera una serie de secciones geológicas del mineral, su formato es dxf (autocad), cuando se hallan en minesight una vista superior mostrará las líneas paralelas separadas a una distancia igual a la que se dio en la cuadrícula de barrenación siempre y cuando los barrenos sean verticales o con alguna inclinación con respecto a la horizontal.

La manera tradicional de realizar las secciones geológicas con la interpretación y la representación del mineral es en los planos, en éstos el ingeniero geólogo tiene recopilados en planta la localización de los barrenos ubicados con su levantamiento topográfico, también tiene el logueo de éstos, en base a esta información se pueden construir las secciones necesarias en cualquier dirección o pueden ser horizontales formando isolíneas de las leyes del mineral.

Teniendo las secciones geológicas plasmadas en papel éstas se digitalizan, esto es pasarlas a un formato electrónico como por ejemplo autocad; si las secciones son horizontales o en planta se pueden referenciar a coordenadas reales si desde el plano están así. Si las secciones son verticales también se pueden digitalizar, solo que su posición no será la real ya que como se menciona están contenidas dentro de un plano vertical y autocad plasma la digitalización en el plano horizontal, éstas se tendrán que rotar a la vertical y orientarlas con el rumbo real definido con el que se construyeron.

Teniendo las secciones en autocad se exportan con formato dxf a minesight; para el caso de las secciones horizontales con diferente elevación como en el caso de los subniveles en los planos de estos se plasma la morfología en planta del mineral correspondiente a la elevación del sub nivel y 5 metros arriba.

Si las secciones son horizontales y al momento de digitalizarse se referenciaron a coordenadas reales y se les da su elevación correspondiente en autocad y al importarse en minesight no se le tiene que dar ningún proceso adicional antes de formar el sólido ya que su ubicación es la real.

Para el caso en que las secciones están contenidas en un plano vertical con un rumbo distinto al norte-sur o este-oeste y se exportan a minesight se necesitarán rotar teniendo como base un punto de referencia, este se puede definir ubicando en la planta un punto de coordenadas este y norte que este contenido en la línea de sección, este puede ser el contacto de mineral y estéril a lo largo de un barreno, las coordenadas horizontales serán las del brocal del barreno y su elevación se determinará por la profundidad a la que corta el contacto, este punto se marca en la sección al momento de ser digitalizada en autocad, teniendo esto se exporta la o las secciones a minesight en formato dxf y se procede a rotar la sección para ser colocada en su posición real y con la herramienta rotate se selecciona la sección, se da el punto de referencia como punto de rotación, se rota primeramente con respecto al eje x un ángulo de -90° para colocarlas verticalmente después se vuelve a seleccionar el punto de referencia y se rota con respecto al eje z un ángulo igual al que da entre el eje este-oeste o norte-sur y la línea de rumbo de la sección.

Los sólidos de mineral en minesight se realizan en base a un cierto número de secciones, estas pueden ser horizontales o verticales y con un determinado rumbo; éstas estarán separadas una cierta distancia y paralelas entre sí Fig. 4. La formación del sólido se hace con la herramienta editor de cadenas (link editor). Las líneas originales de sección quedan inalteradas cuando se forma el

sólido ya que estas se encuentran alojadas en un miembro de geometría distinto a donde quedará el sólido de modo que primeramente se selecciona todo el grupo de secciones; como herramienta se usa el cadena parcial (partial link) o encadenamiento parcial; esto es se va seleccionando sección por sección y el programa va triangulando la superficie del sólido uniendo cada punto de cada sección hasta llegar a la última, las secciones de los extremos deberán ser cerradas para que el sólido no tenga aberturas puesto que si fuera así sería una superficie y el programa lo tomaría como tal y no se podrían hacer cálculos posteriores como es el cálculo de volumen o de reservas. Cuando se va formando el sólido y se van uniendo los puntos de las secciones también es importante cuidar que en la triangulación no se crucen las uniones de un punto de una sección con otro punto de otra subsecuente estando éste en un extremo de una y el otro en el extremo opuesto de la otra Fig. 43 y 44, en las Figs. 67 y 69 se muestra dos ejemplos de la aplicación de generar sólidos del cuerpo mineral, ya que son de mucha ayuda porque se pueden visualizar una o varias secciones rápidamente en cualquier posición, orientación y número ilimitado de vistas.

III.4 PROYECCIÓN DE OBRAS MINERAS A CORTO Y LARGO PLAZO

El proyecto minero del cuerpo san ramón que consta de los sub niveles explotados en base a los planos con la topografía real y los proyectos de los sub niveles siguientes en planta con su respectiva información geológica se puede tener en el minesight.

Las obras mineras (contrapozos, sub niveles, cruceros, piletas, rampas, etc.) de la explotación de un cuerpo mineral se pueden tener "almacenadas" en este software para su uso como una herramienta en la toma de decisiones antes de dar una obra minera o no. Se puede tener mayor visión de la posición espacial del mineral y las obras mineras adyacentes.

De esta manera en el minesight se tiene la posición de los ejes de los sub niveles explotados (sólidos de la topografía), pero también se tiene la proyección a corto y a largo plazo de los sub niveles siguientes a explotar.

Como se mencionó anteriormente los ejes de los sub niveles tienen un rumbo definido y generalmente cada obra se puede representar por medio de un eje que tiene un punto de inicio y fin (a excepción de las rampas con curvas definidas) con coordenadas xyz, es decir este, norte y elevación. Estas definirán su rumbo e inclinación, partiendo de esto; de los proyectos en planta de los sub niveles se obtienen los ejes de las obras en la Fig. 45 se muestra el Sub nivel 730 representado por los ejes, que son el centro de la obra; estos diseños se llevan a cabo en autocad, antes de ser exportados como un archivo dxf a minesight se le da a todas las líneas la elevación correspondiente a la del sub nivel, una vez hecho esto en minesight se importa el archivo que contiene esta información; lo que se tendrá en minesight es la posición real de cada eje con las mismas coordenadas este y norte manejadas en autocad pero con un valor constante z, de modo que en una vista en planta de minesight se tendrá una proyección igual a la que se tiene en autocad pero rotando la vista a una inclinación (dip) de 0° y se verá

Fig. 42 Creación de Solidos de Mineral a partir de un levantamiento Geológico en la Mina

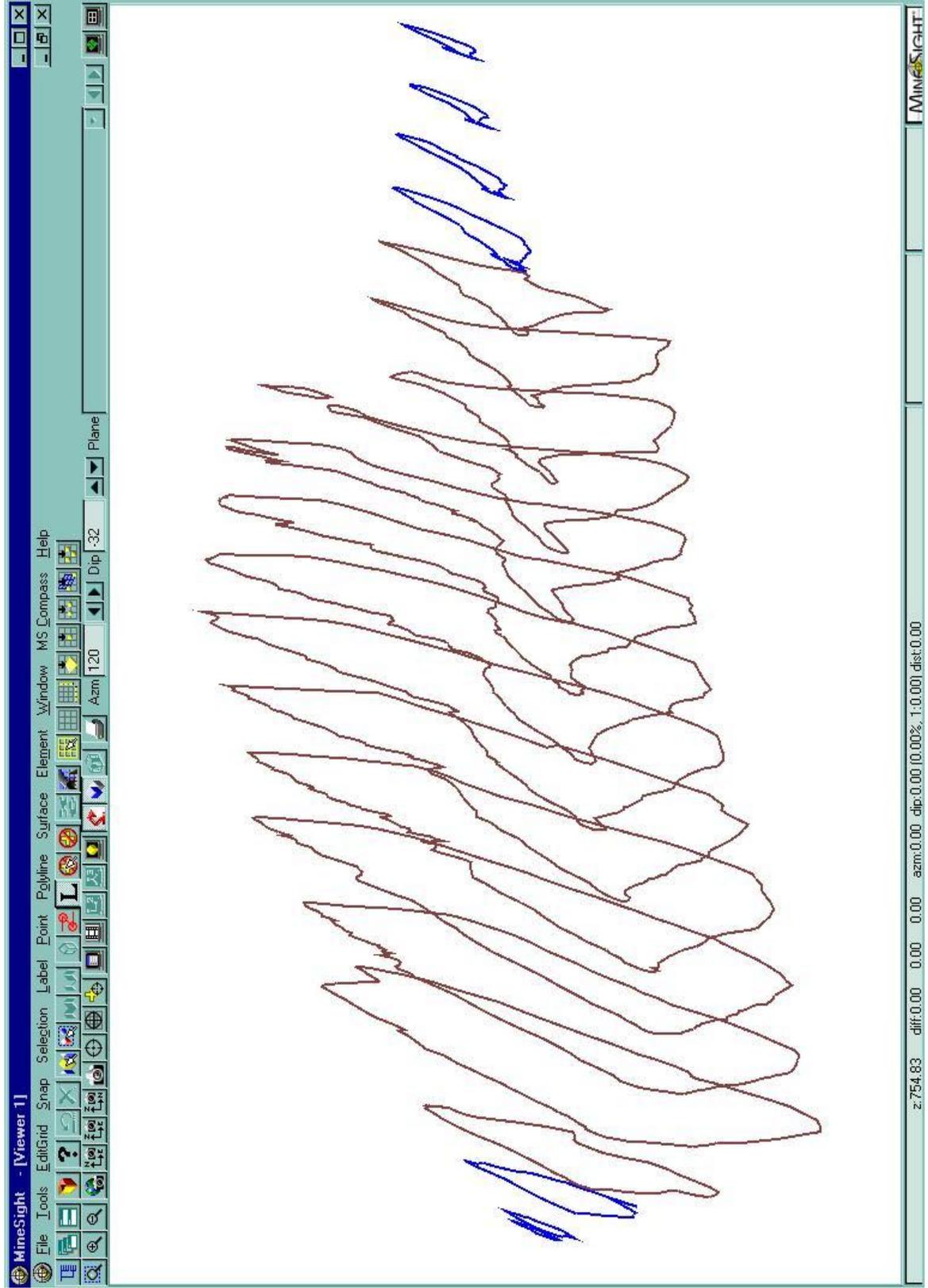


Fig. 43 Triangulación de la Superficie del Sólido de Mineral

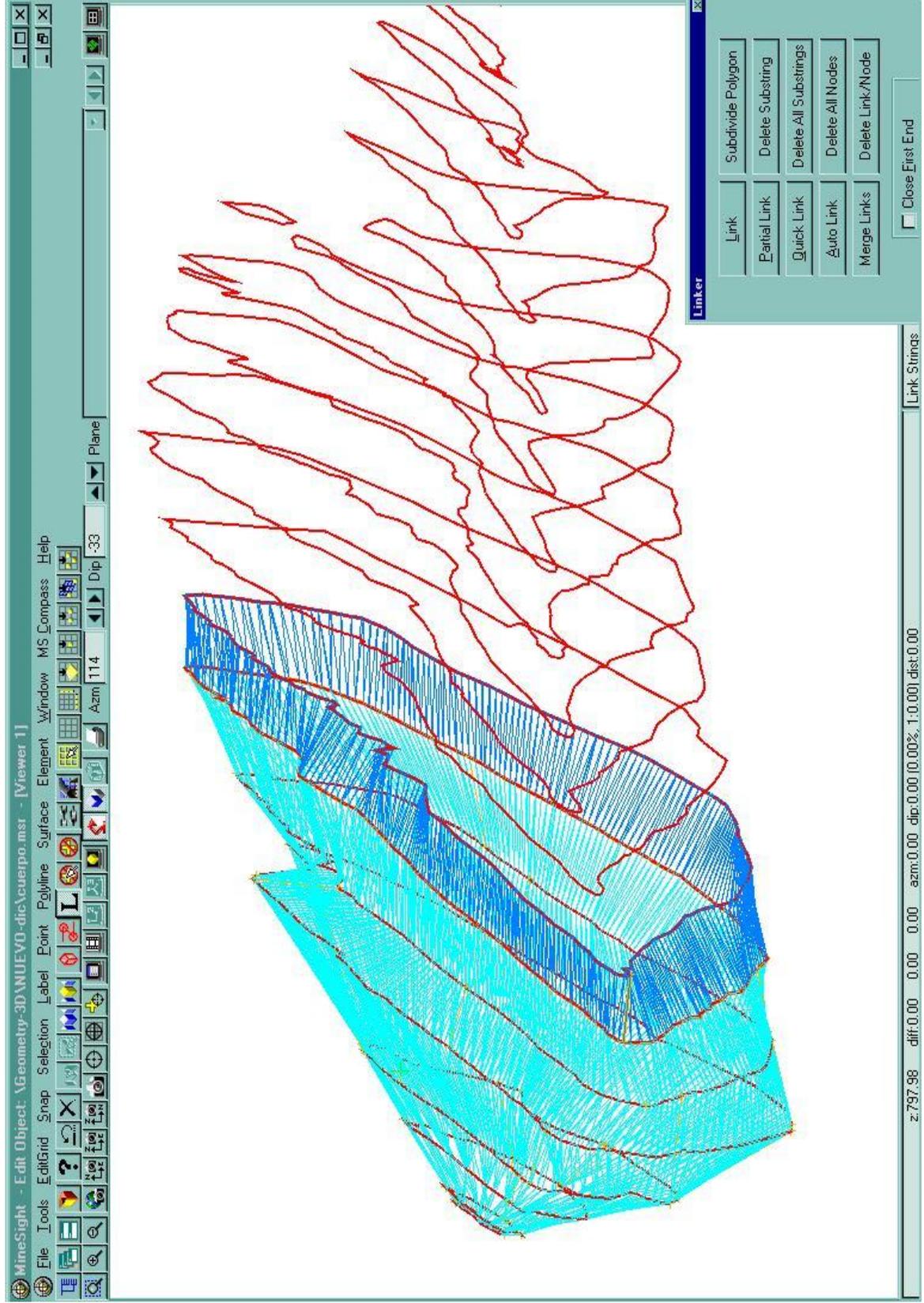
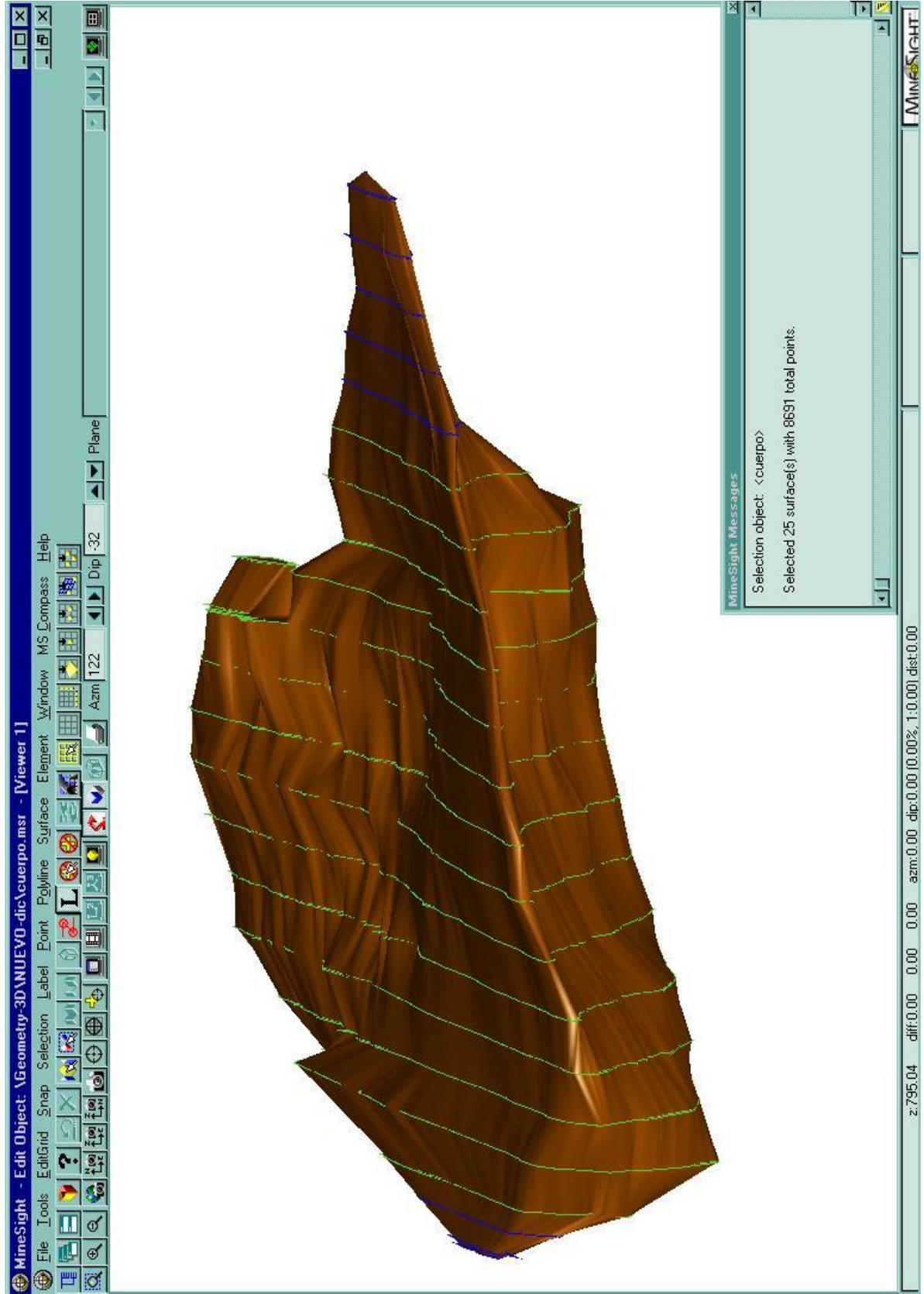
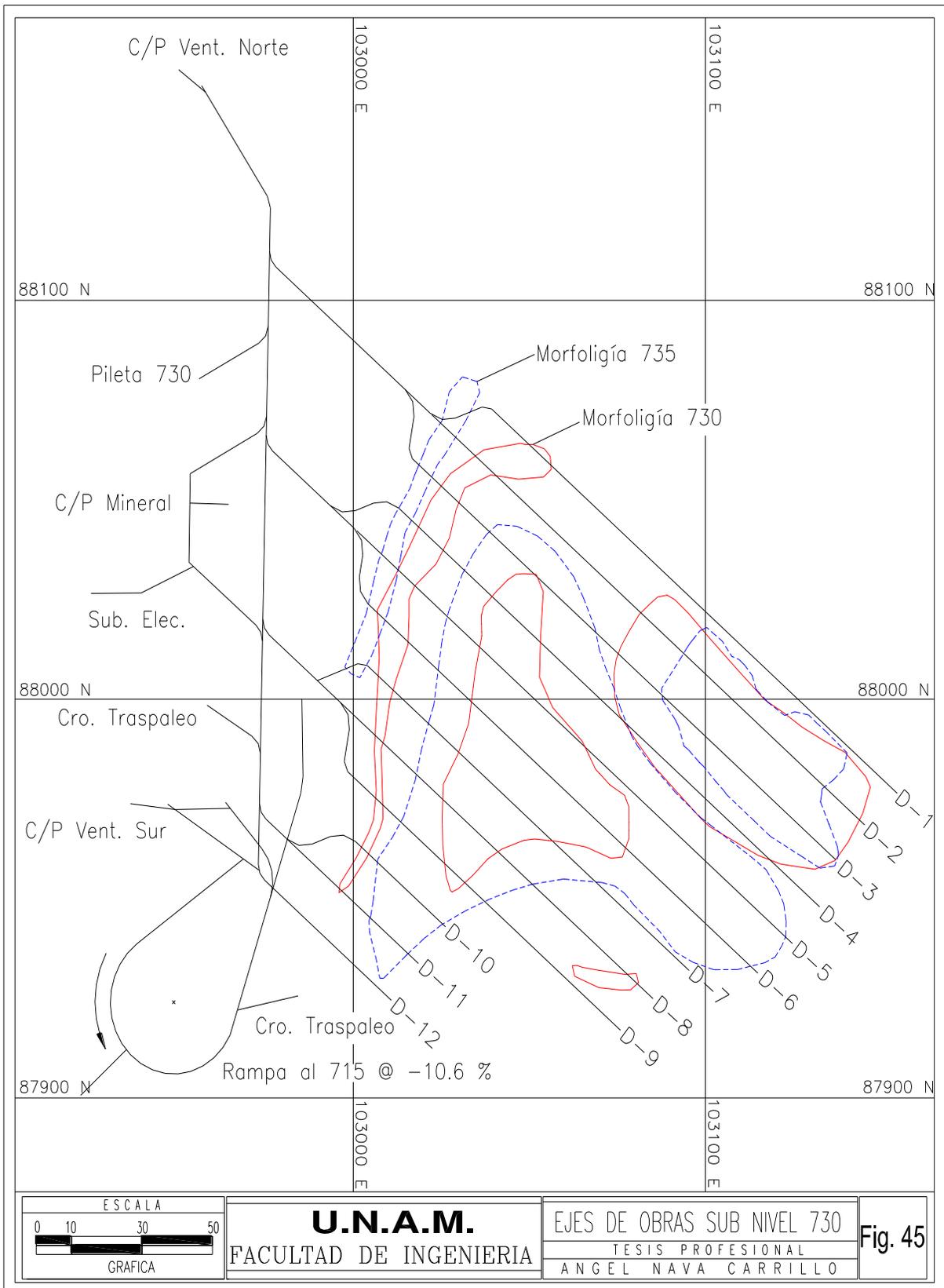


Fig. 44 Formación de Sólido de Mineral





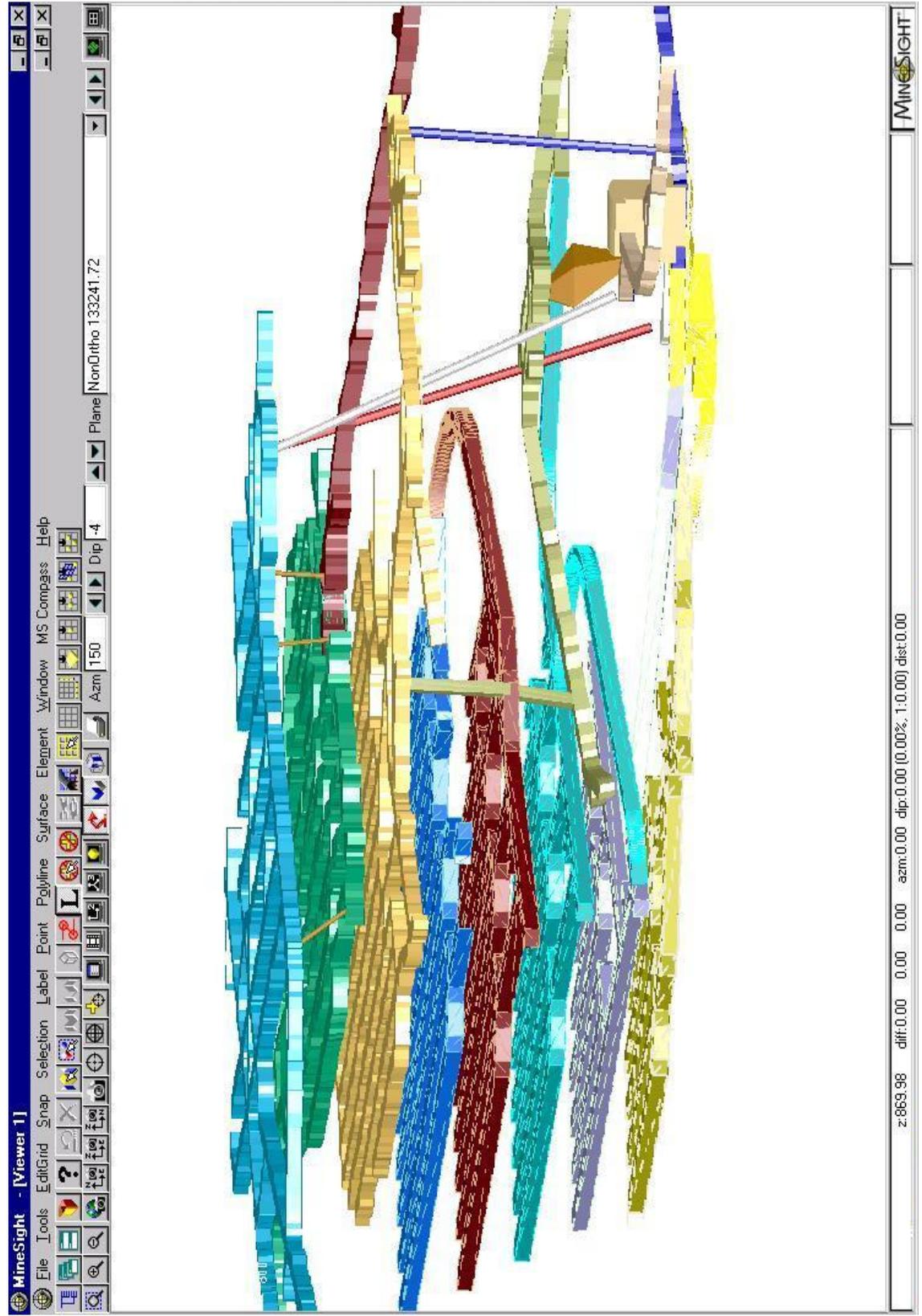
una sola línea horizontal a la elevación del Sub nivel correspondiente, obviamente las obras no son horizontales, llevan una pendiente. El punto de partida para asignar a cada una de éstas la suya es el punto de llegada de las rampas de acceso al sub nivel que debe ser la elevación que corresponde a éste; de éste punto y de acuerdo a la ubicación de las piletas de drenaje se designará si la frente de extracción tendrá pendiente positiva o negativa en dirección Norte o Sur, que generalmente es al 1%; por lo tanto para los cruceros, piletas, dedos o demás obras que se cuelan a partir de la frente de extracción su elevación de rompimiento será la que les corresponda en el punto donde estén ubicados en la frente y de ahí se les dará la pendiente que les corresponde. De este modo los ejes de las obras mineras son la base para la creación de los sólidos y se diseñan a partir de una línea que tiene su punto de inicio y fin con sus coordenadas reales, este, norte y elevación que definen su rumbo y pendiente.

Generalmente los dedos se cuelan con una pendiente de +1%, las piletas y rampas varía de acuerdo a las necesidades de la mina, una vez teniendo todas las líneas centro de las obras de un sub nivel con su posición y pendiente se procede a formar los sólidos de estas obras. Antes de crear los sólidos se debe de definir la forma de la sección de los túneles y su dimensión; esto se realiza con la herramienta editor de formas (*template editor*) en esta se define el ancho, la altura y la forma del túnel, esta herramienta se usa antes de crear sólidos de proyectos de obras mineras, donde varía la forma, ya que se pueden hacer sólidos de contrapozos convencionales de sección cuadrada o robbins que generalmente tienen una sección circular bien definida, túneles de distintas secciones, un punto importante en esta herramienta es que crea los sólidos a partir de la línea eje, pero tiene tres opciones, si el eje se considera que va a lo largo del cielo de la obra, en el piso o en el centro de esta, para los dedos el eje va al piso y el centro de estos; para los contrapozos el eje se toma al centro de estos ya que así es como se diseñan. Para las rampas que se diseñan con un determinado radio de giro, se parte de la misma forma, se diseña en autocad y se exporta de este como dxf para después importarlo a minesight como un miembro *geometry* para la creación de estos sólidos no es necesario convertirlos a formato superficie (*survey*) como se hace con la información topográfica.

La línea eje que define la rampa se importa con una elevación constante y con la herramienta ajustar elevación sub cadena (*substring adjust elevation*) se define la pendiente que debe llevar y ajusta la curva con la pendiente asignada respetando las coordenadas norte y este originales, esta es la manera de asignar la pendiente y elevación a cada una de las líneas eje de las obras. Ya definidos los ejes con su rumbo y pendiente y definida la forma de su sección y dimensiones se procede a crear los sólidos.

La creación de los sólidos de las Obras Mineras para los Proyectos a corto y largo plazo se realiza con la herramienta aplicar forma a lo largo de una línea (*attach template along string*) en este caso cada uno de los elementos de geometría que contienen a las líneas que definen las obras deben estar activos y las líneas seleccionadas, por ejemplo si se seleccionan todas las líneas de un sub nivel el programa aplicará la forma de la obra que se configuró en el *template editor* a todas estas Fig. 46 y en particular se pueden hacer obras de distintas formas y dimensiones dependiendo cuantas y que líneas se seleccionen, así se crean los sólidos de los contrapozos robbins o convencionales, para los robbins estos se definen por tener un solo rumbo, de modo que se selecciona la línea centro que lo define y en el editor de formas (*template editor*) configura la de forma circular en la obra, la línea base en el centro, con un alto y ancho igual al diámetro del contra-

Fig. 46 Sólidos de Proyectos de Obras Mineras a Corto y Largo Plazo



pozo; para los convencionales que pueden tener hasta tres rumbos, se definirán por tres líneas que fijarán su eje, para este caso se seleccionan las tres configurando previamente su forma y sección y se aplicará la herramienta aplicar forma a lo largo de una línea (*attach template along string*) a estas y formará el sólido. Estas líneas se pueden crear en minesight con la herramienta editor de punto (*point editor*) con este se puede crear una línea con n puntos en base a sus coordenadas este, norte y elevación, se da el punto inicial (x,y,z,) y de ahí se van introduciendo los demás puntos hasta formar el eje.

III.5 CREACIÓN DE SÓLIDOS PARA LOS ABANICOS DE EXTRACCIÓN Y CÁLCULO DE MINERAL EXTRAÍDO.

Esta información es de suma importancia ya que de esta depende el grado de certeza que tendrán los programas trimestrales, semestrales, y semanales de producción, y el presupuesto anual.

Tanto el tonelaje como las leyes del mineral sirven para determinar la dilución y recuperación de mineral de acuerdo al método de explotación. En los programas semanales de producción se plasma lo programado contra lo real es un seguimiento más estrecho del programa trimestral, aquí se miden los avances, el desarrollo de las obras de preparación, la barrenación de abanicos y el tumbado de abanicos por cantidad, calidad y lugar para la alimentación de la trituradora.

La determinación del tonelaje y leyes de cada abanico se realiza en minesight, para obtener esto se deben crear los sólidos de los abanicos que representan el volumen del mineral y/o estéril a tumbar; la forma de los abanicos se obtiene de los diseños de barrenación de cada dedo en cada sub nivel, el área de barrenación es influenciada por las obras que existen en el sub nivel superior ya que tienen que llegar los barrenos hasta el piso de estas para provocar el hundimiento; la forma del sólido debe ser posicionada en sus coordenadas reales y ajustarse a los sólidos de topografía y proyectos.

Los sólidos de los abanicos se realizan con el propósito de conocer el tonelaje de mineral y las leyes que existen en cada uno de estos para que así en conjunto se pueda proyectar a largo plazo cuantos abanicos se tienen que tumbar y que leyes son las que se van a obtener para cumplir con un programa trimestral, semestral, anual o inclusive saber cuanto tiempo durará la explotación del cuerpo mineralizado, conociendo el año que se explotaron ciertos sub niveles, previendo así su preparación, ya que la explotación de un sub nivel está sujeta a una secuencia de minado que se determina por los estudios de mecánica de rocas, para asegurar la estabilidad de las obras no se puede hacer una explotación selectiva, es decir, de un cierto número de abanicos por dedo para obtener una ley promedio, se tiene que llevar el orden que existe en la secuencia.

La creación de los sólidos de los abanicos se hará generalmente 2 veces, una para el programa trimestral en donde se ajustan a los sólidos de los proyectos de los sub niveles y la otra ajustados a los sólidos de la topografía real, esto como consecuencia de la variación que existe entre la obra proyectada y la topografía real ya que cambia la elevación de llegada del tope, el punto de rompimiento de los dedos y su sección, la razón de crear dos veces los sólidos de los abanicos es para obtener volúmenes reales.

Creación de Sólidos ajustados a los proyectos de las Obras Mineras Subterráneas

Estos sólidos se posicionan sobre los sólidos de los proyectos de los sub niveles, es muy recomendable tener todos los sólidos de los sub niveles y de la topografía creados en minesight ya que en el momento de crear los sólidos de los abanicos se pueden intersectar con estos y se incurriría en el error de cuantificar un volumen que ya se extrajo.

Para la creación de estos sólidos es suficiente tener en minesight los sólidos del sub nivel en cuestión sobre el que se van a crear los sólidos y la topografía totalmente actualizada del sub nivel superior, el orden en la que se crearán los sólidos estará determinada por la secuencia de explotación, para el caso del sub nivel 745 se inicio en los abanicos de los dedos centrales, los primeros 5 abanicos para todos los dedos generalmente son los de levante y la distancia que abarcan del tope proyectado hasta este es de aproximadamente 5 m y entre este y el 6° ya son paralelos, para fines prácticos se crea un sólido de los abanicos 1 al 5 uniendo la forma del abanico 1 a la del abanico 5 y a partir del 6 en adelante se crea un sólido para cada uno, la posición horizontal o en planta que tendrán los primeros abanicos sobre el proyecto será tomada de los planos de barrenación, el punto (x,y) de referencia será el que de en la intersección de la proyección horizontal del abanico y el eje del dedo, la elevación será la que se de al posicionar la forma del abanico en el eje superior en el cielo de la obra o en este caso del sólido del dedo proyectado. Para la creación de la forma de los abanicos se utilizan las dimensiones que tienen estos en los diseños de barrenación, en minesight se tienen retículas (grids) que son planos coplanares a los de los abanicos en cuestión, creando la primer retícula (grid) y posicionándolo en las coordenadas correspondientes al abanico uno, se procede a dar una vista en minesight perpendicular al abanico es decir S40E y 0° de inclinación sobre el eje del dedo.

Se utiliza la herramienta controlador de volumen (*volume controller*) se activa la opción de fijar a un plano (*plane snap*), esta herramienta sirve para crear vistas en sección de todos los sólidos que están activos en el visualizador (*viewer*) y aquellos que alcance a seccionar un plano, las vistas estarán creadas a partir de retículas (*grids*), con esta herramienta también se puede ver a partir de un plano seleccionado hacia delante o hacia atrás una distancia que se desee.

Teniendo activo la rejilla (grid) y el controlador de volumen (*volume controller*) se procede a crear la forma del abanico, la activación de la opción de fijar a un plano (*plane snap*) es para que cualquier polígono o línea nueva que se crea se fije al plano de la retícula (*grid*), las retículas (*grids*) se crearán con el mismo rumbo del abanico del cual se quiera crear la forma con la inclinación que existe en el diseño de barrenación; teniendo activos los sólidos de los proyectos y los de la topografía, se verá la sección del dedo en cuestión y la de los adyacentes y superiores, también se deberá activar la opción fijar al plano de una superficie o sólido (*face snap*), que servirá para que cualquier polígono o línea nueva que se crea se fije a la cara o plano exterior de los sólidos, cuando sea necesario se procederá a empezar a crear la forma del sólido del abanico, se puede iniciar en el contorno del cielo del Dedo respetando las dimensiones del abanico que se tenga en el diseño de barrenación como son: ángulos extremos, ancho del abanico y altura, este polígono deberá cerrarse al finalizar, ya que la herramienta que se utiliza para la creación de los sólidos toma como base un polígono cerrado. De esta manera se crearán las formas de todos los sólidos de los abanicos, para los abanicos del 6 en adelante se harán tantas formas de sólidos como cambios en los diseños de barrenación se tengan a lo largo de los dedos y se posicionarán y crearán como se mencionó anteriormente.

La variación en el cambio de los diseños dependerá de la posición de los dedos en el sub

nivel superior. Para el sub nivel 745 ya existe la geometría definida de tresbolillo de los dedos y la variación en el diseño de barrenación a lo largo de los dedos sólo estará sujeta a los cambios de elevación de los dedos y cambios en la sección de éstos.

Pero en el sub nivel 760 no existía una geometría tresbolillo con el S/N 755 de modo que existían dos a tres diseños de barrenación distintos, esto también como consecuencia del desarrollo de los dedos del proyecto “A” del 775, igualmente en el sub nivel 775 con respecto al sub nivel 795 también había cambios en el diseño ya que existían diagonales en el sub nivel 795 y las obras de este no tenía un rumbo franco, ya que se acondicionó a sub nivel siendo que las primeras obras fueron de exploración como obra directa.

La creación de los sólidos de los abanicos se realiza con la herramienta creación de sólidos usando la herramienta extruir (*create solids => using extrude tool*), esta herramienta crea sólidos a partir de un polígono cerrado, utilizando el principio de extrusión, una vez activada esta herramienta se selecciona la forma del abanico y se configura para que formen sólidos siguiendo un vector que tenga la dirección del dedo y el sentido contrario al del tope con una pendiente de 1% y a una distancia igual a 2.22 m, esta herramienta puede generar sólidos en cualquiera de los dos sentidos perpendiculares al plano de la forma, pudiendo modificar su pendiente, distancia y número de veces que se va a extruir el sólido, se configura para que cierre la cara anterior y posterior de cada sólido formado, de manera que sean independientes, si todo el dedo tiene el mismo diseño de barrenación se generarán tantos sólidos hasta que estos ya no corten mineral en el extremo NW del dedo, cuando varíe la forma del abanico se generarán el número de sólidos correspondientes a la primera forma, donde termina el último sólido de esta, se colocará una retícula (*grid*) y se creará la siguiente forma para crear los siguientes abanicos Fig. 47-57.

Fig. 47 Creación de Sólido General de Abanicos de Extracción usando la Herramienta Extrude Tool

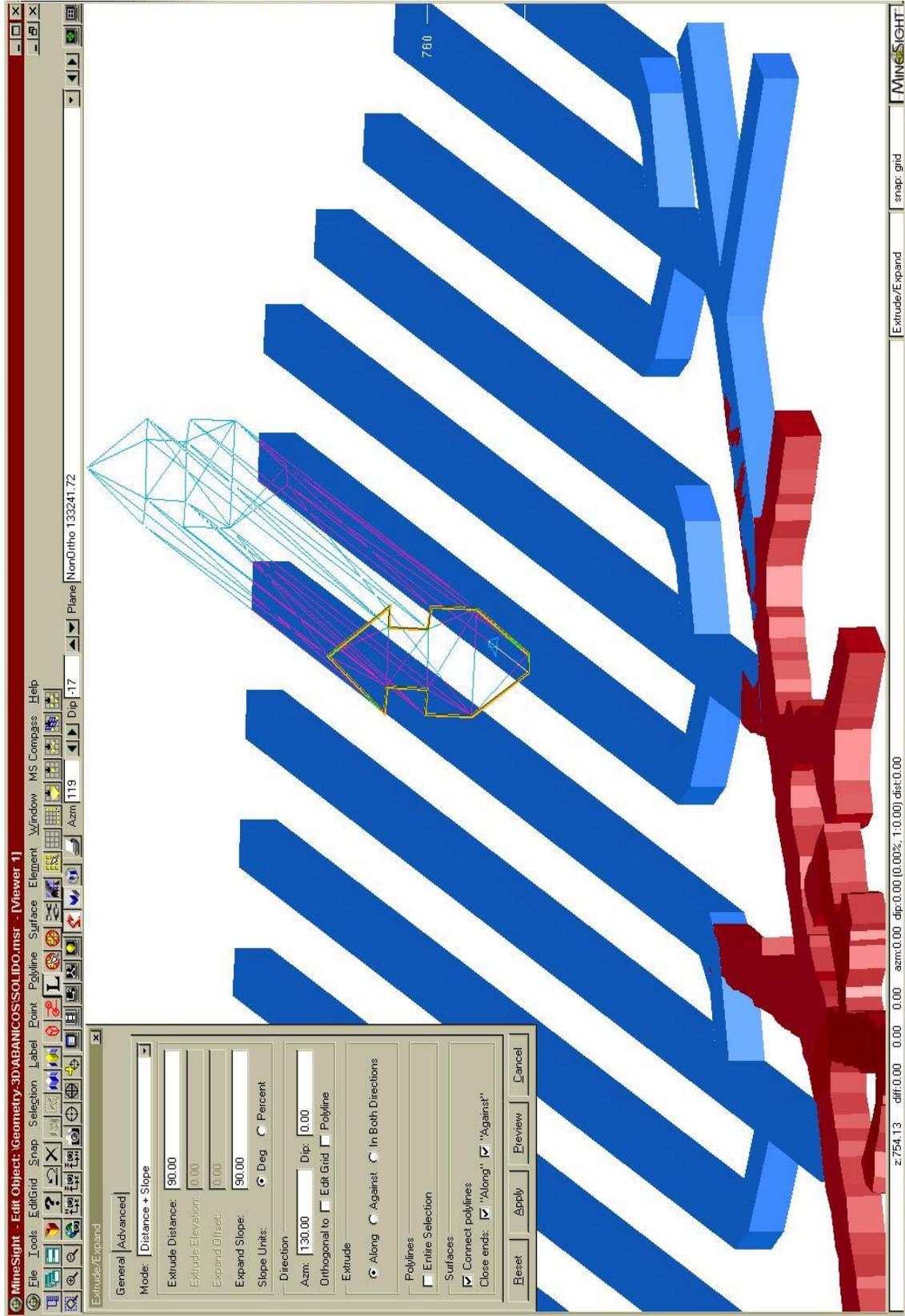


Fig. 48 Uso de Grids para ubicación en coordenadas de Sólidos de Abanicos de Abanicos

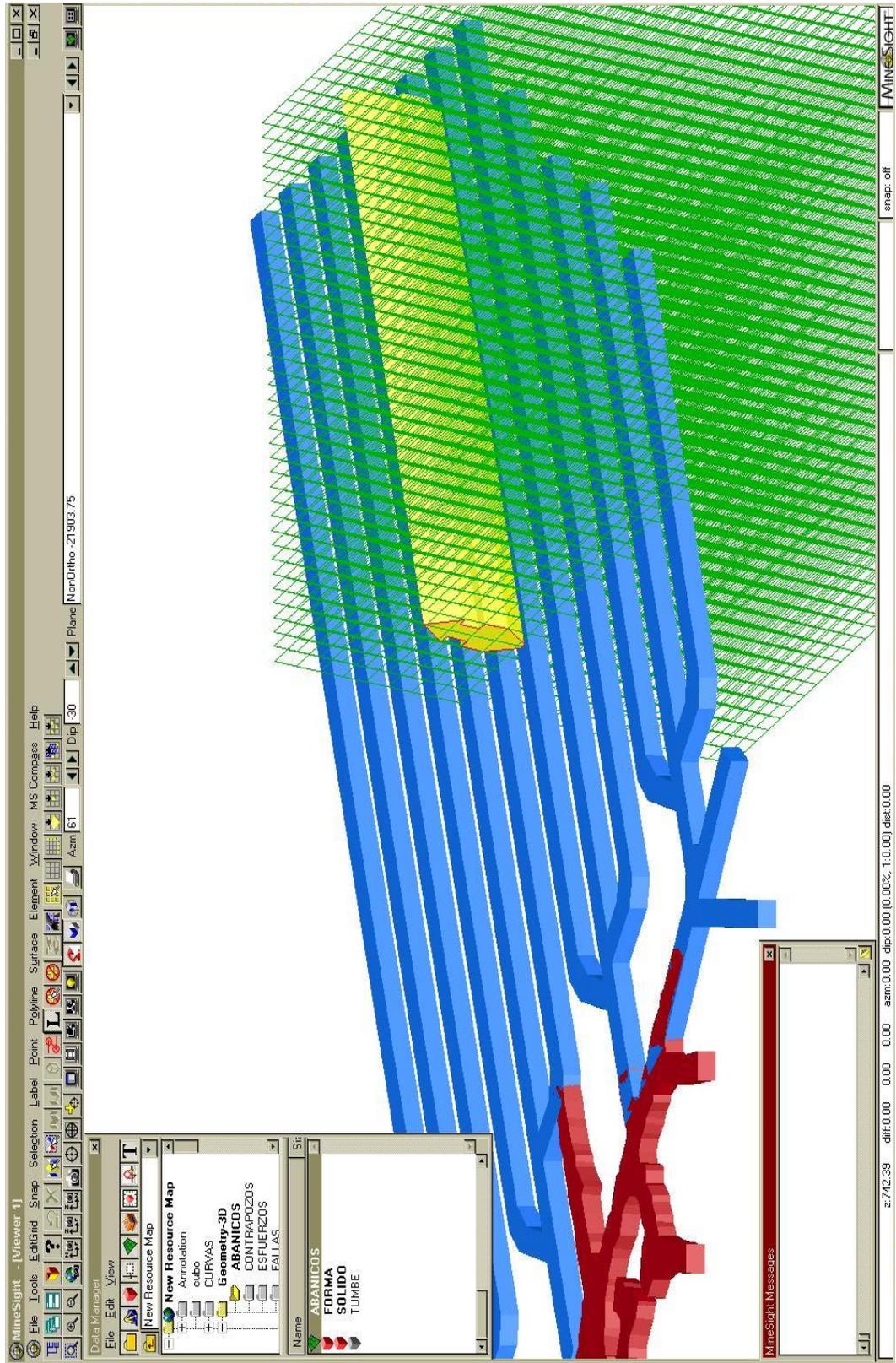


Fig. 49 Corte de Abanicos de 2.25 m de bordo a partir del sólido general

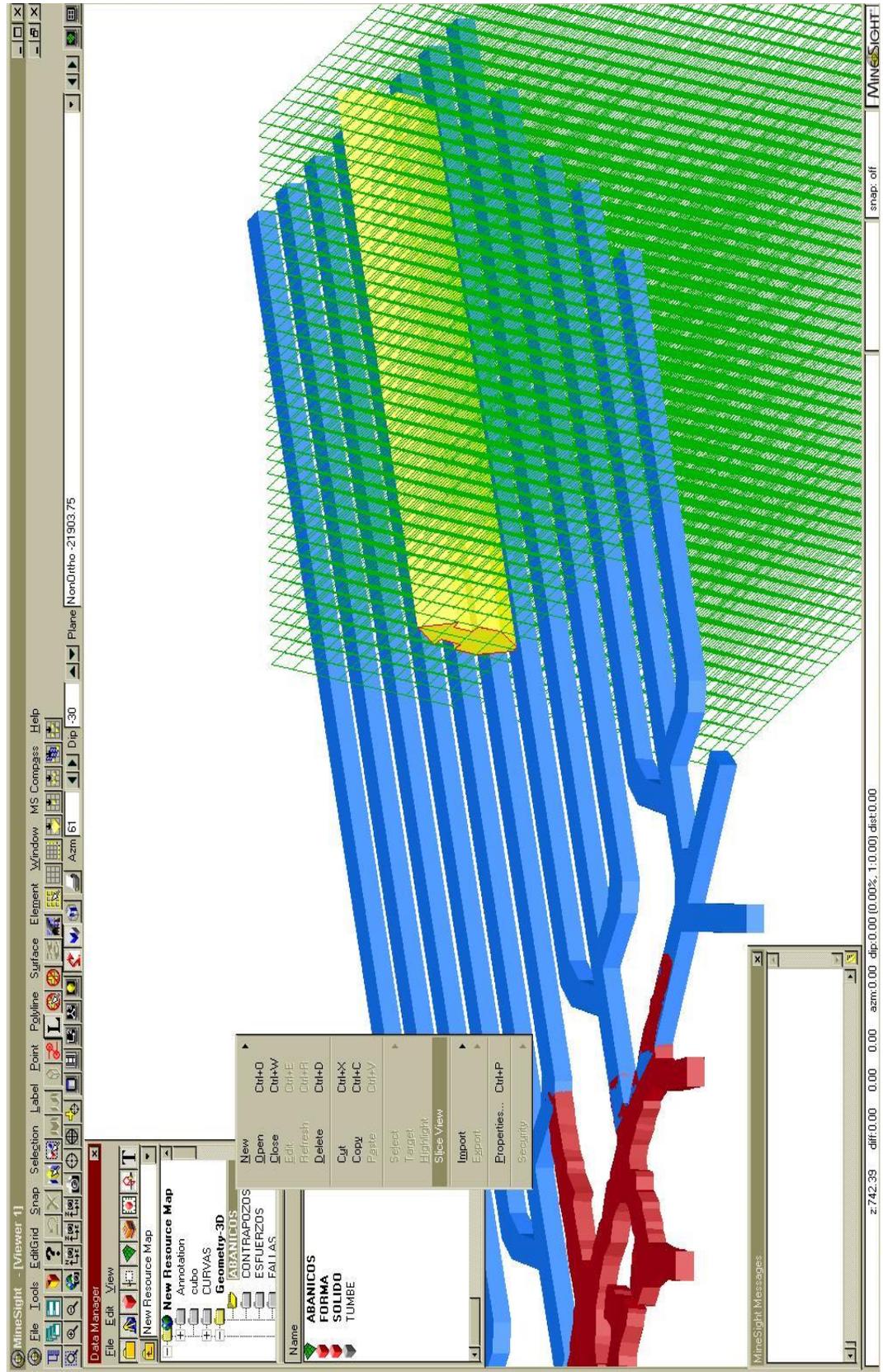


Fig. 50 Selección de los Grids que cortarán el Sólido General de Extracción

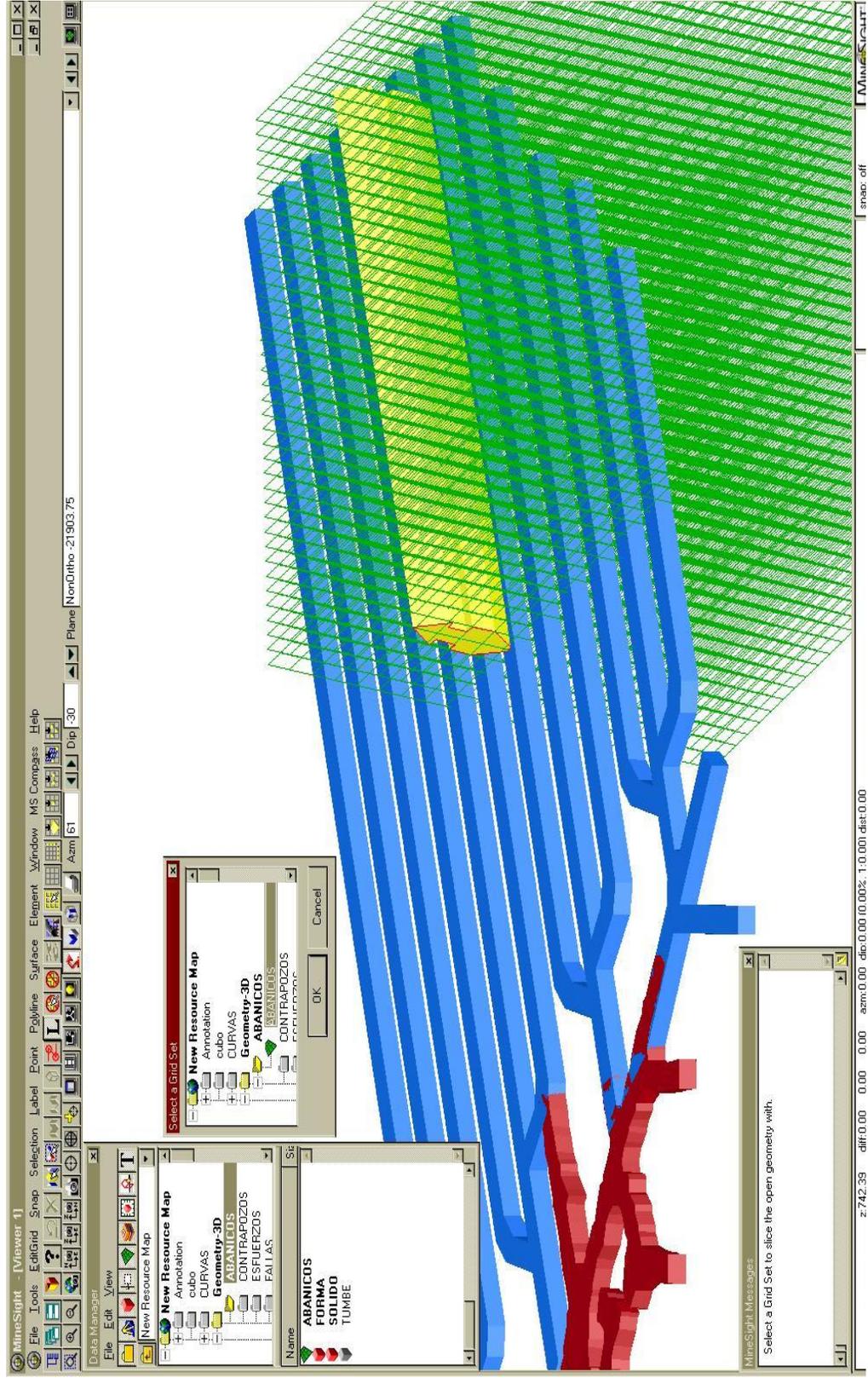


Fig. 51 Sólidos de Abanicos de Extracción a 2.25 m de bordo sobre proyecto de Obra Minera con superficies laterales abiertas

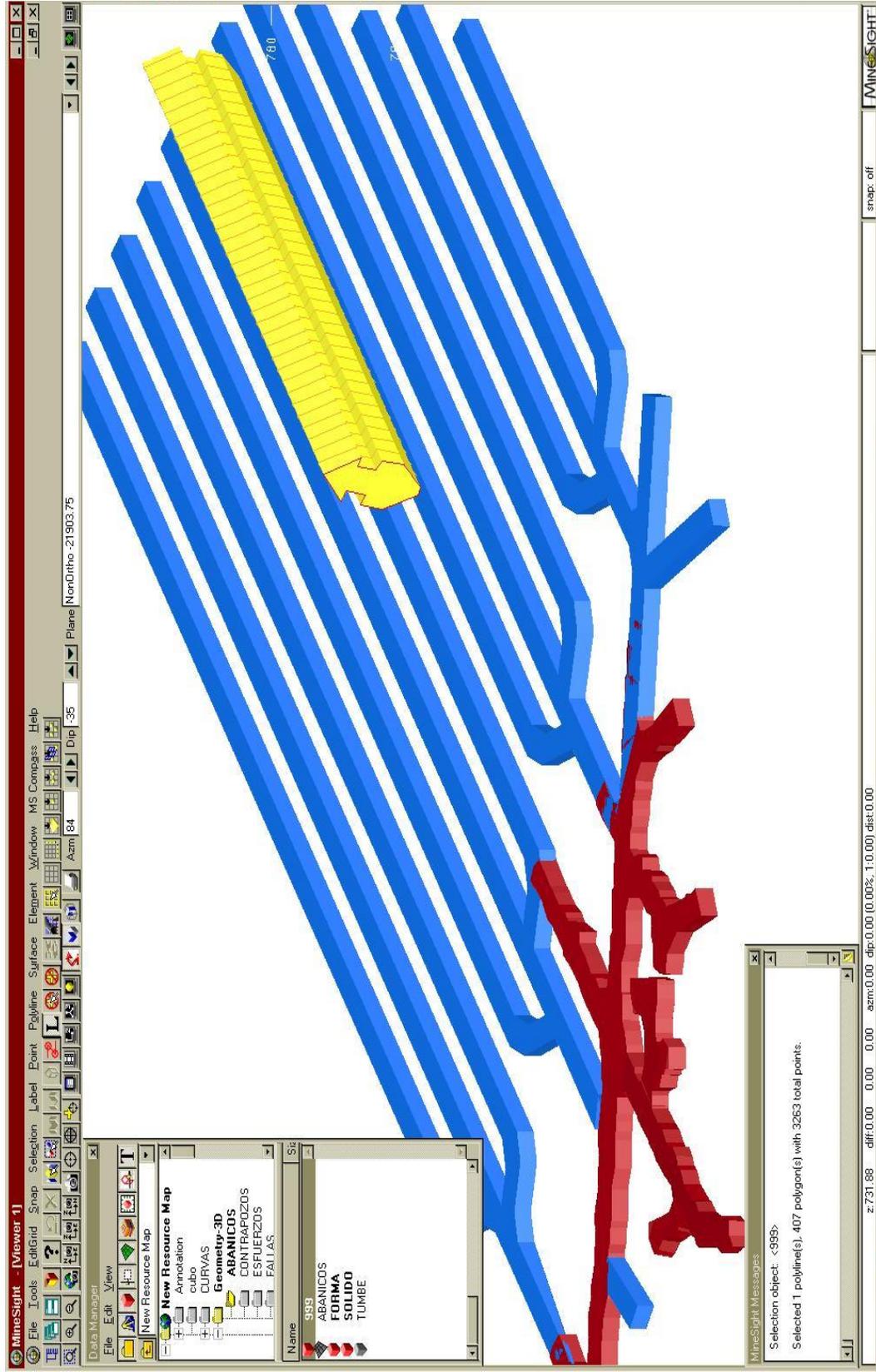


Fig. 52 Selección de los Sólidos de Abanicos con superficies laterales abiertas

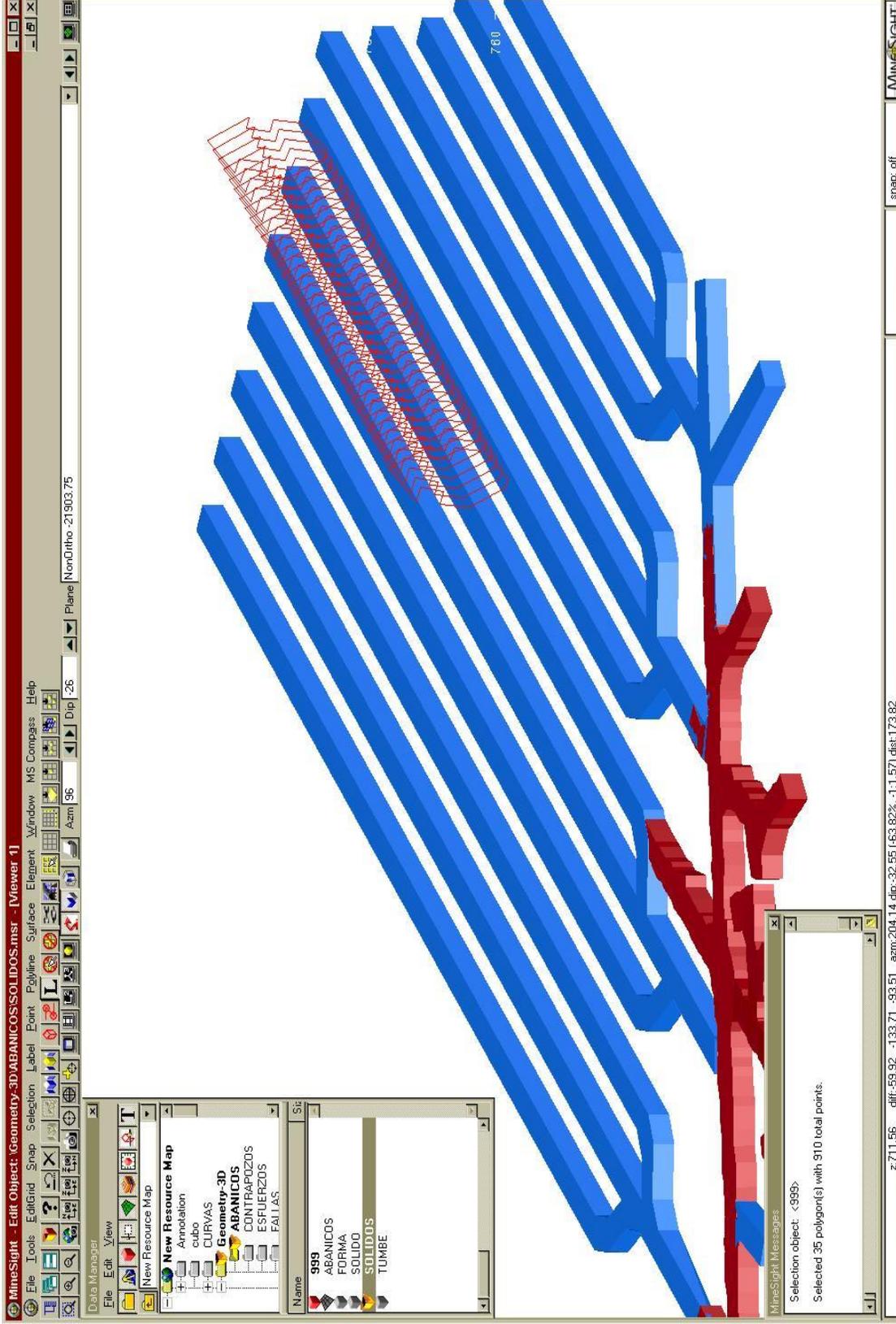


Fig. 53 Uso de la herramienta Extrude Tool para cierre de superficies laterales de abanicos.

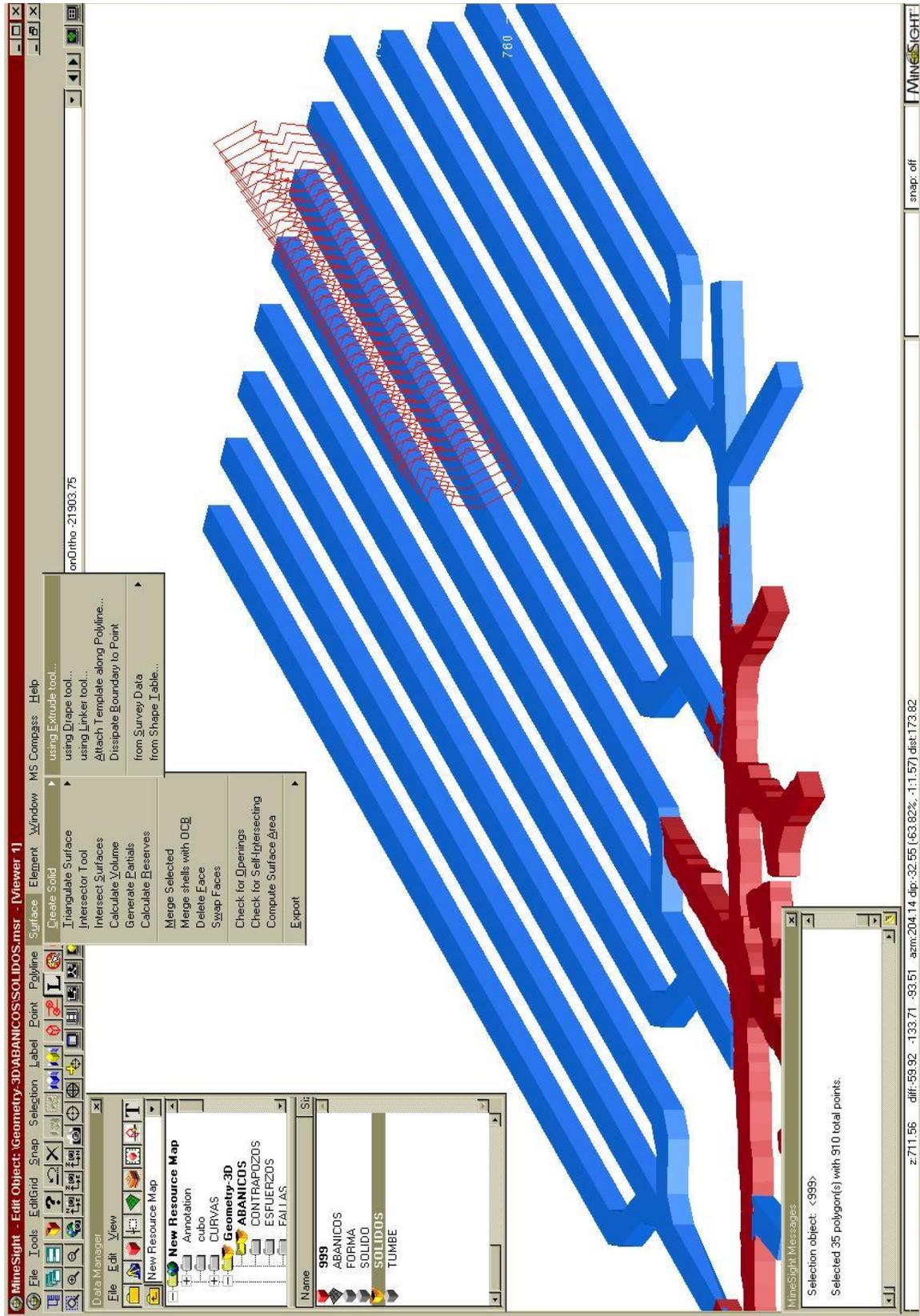


Fig. 54 Selección y especificación para cierre de superficies laterales de sólidos de extr.

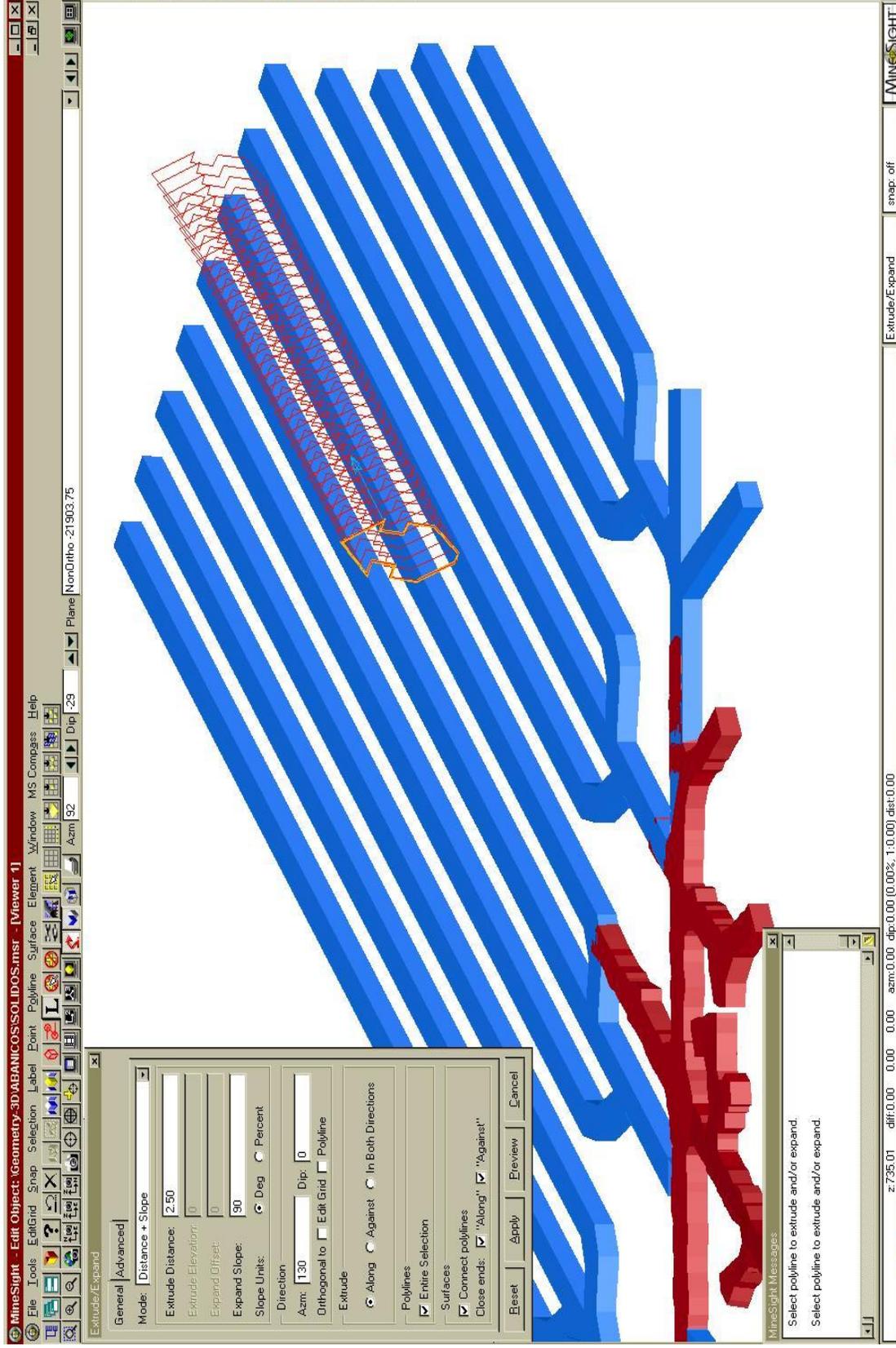


Fig. 55 Sólidos de Abanicos de Extracción con superficies laterales cerradas.

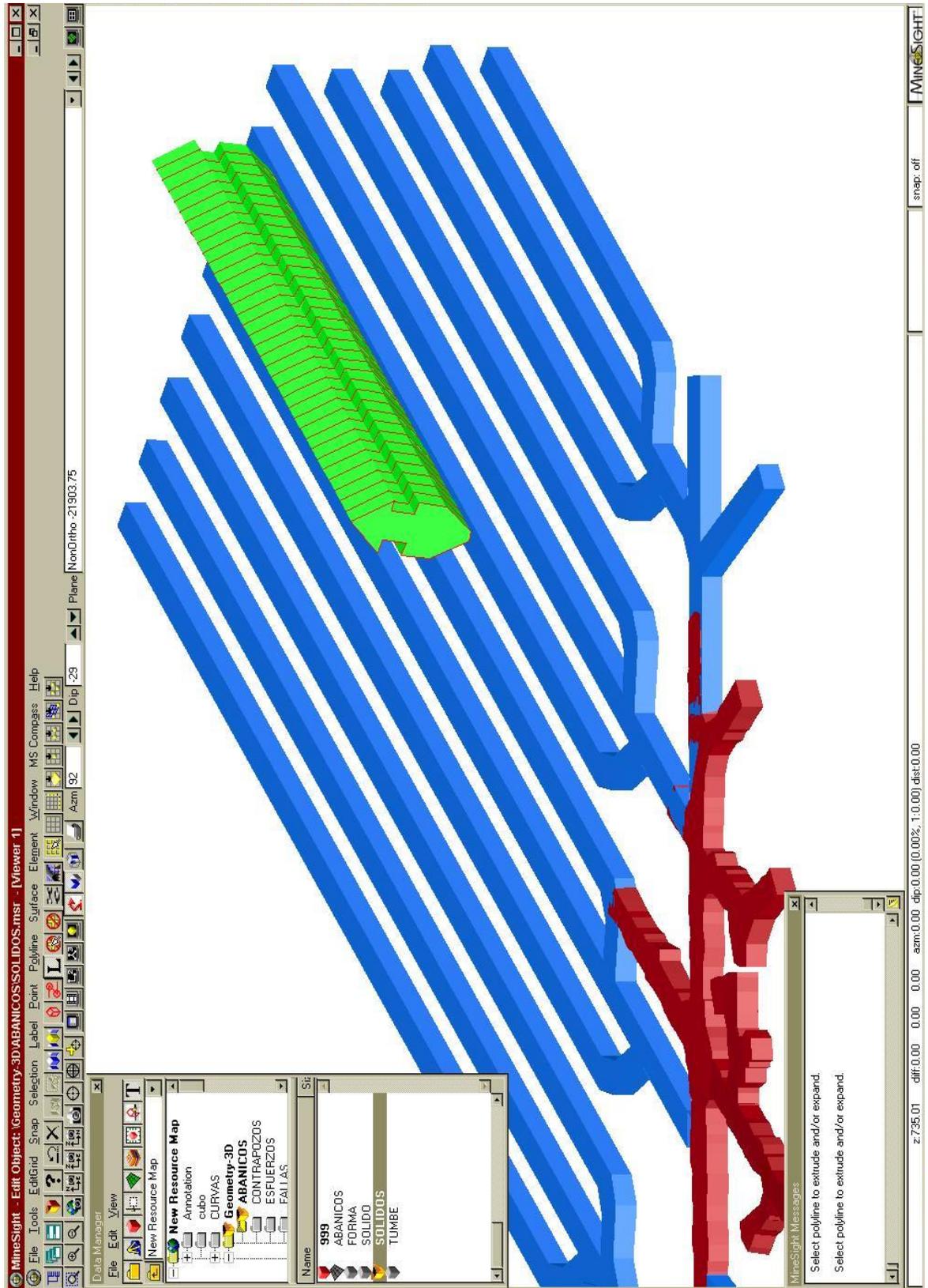


Fig. 56 Determinación de volumen de abanicos de extracción

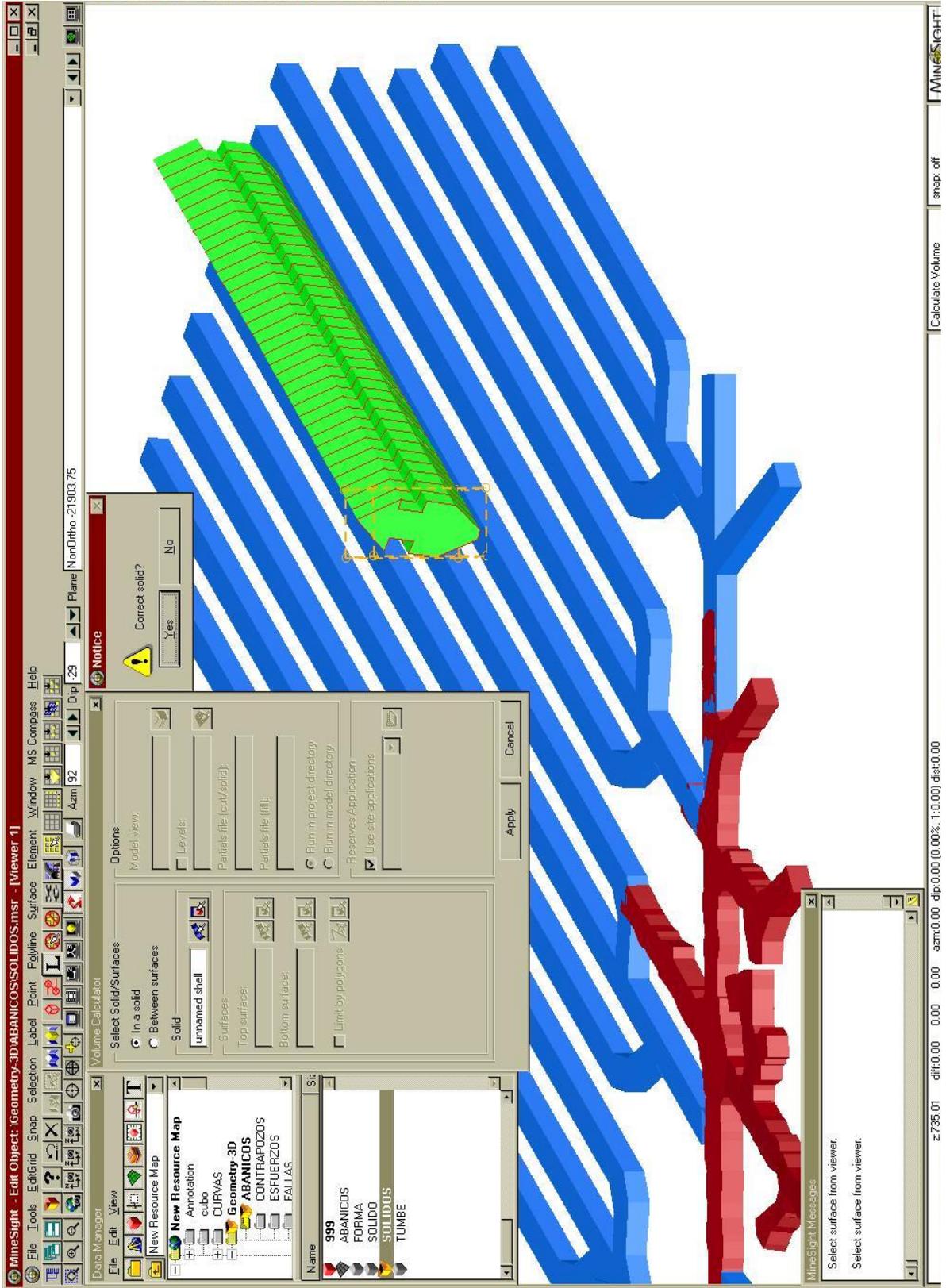
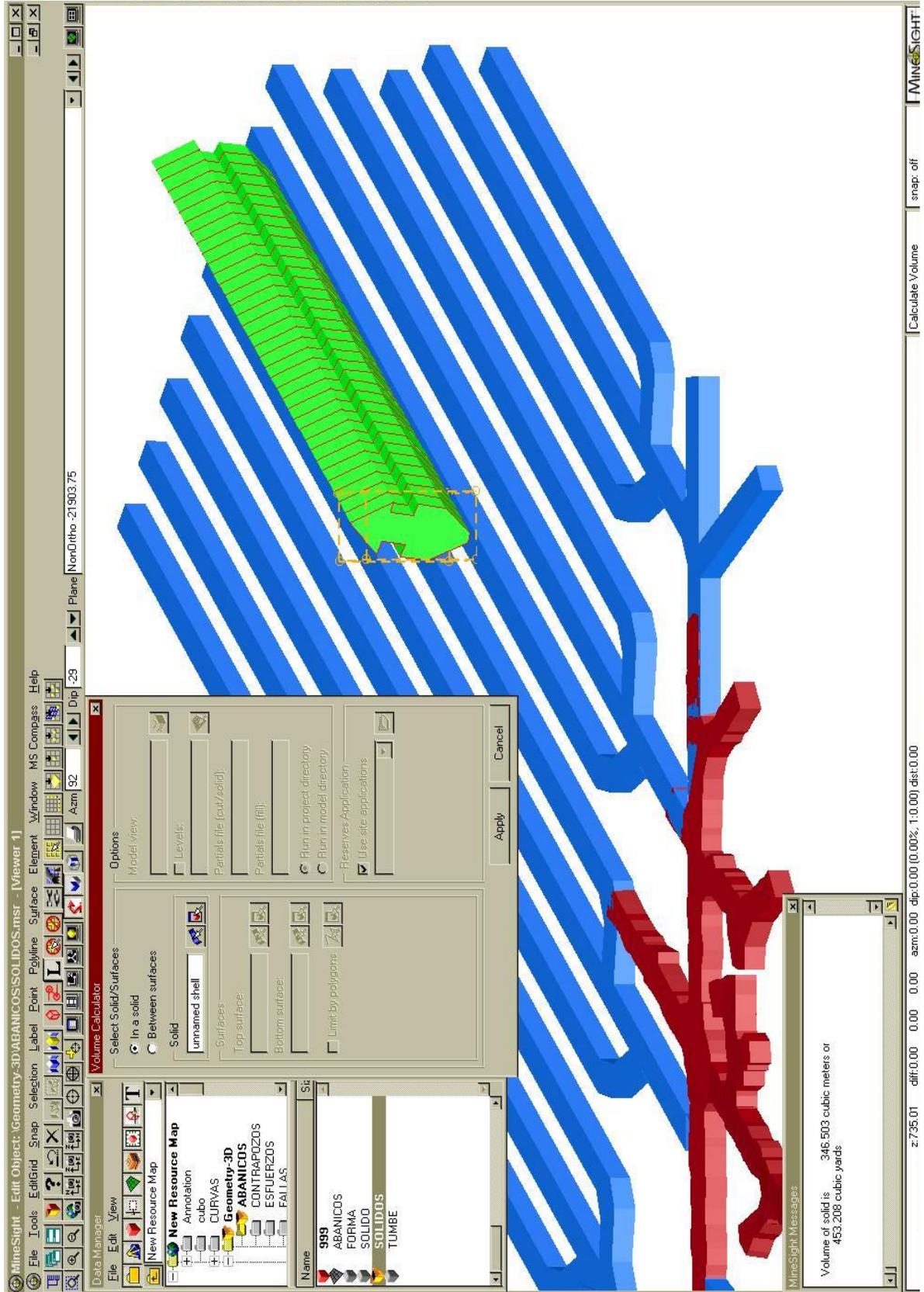


Fig. 57 Presentación de volumen de Abanico de Extracción



Creación de sólidos ajustados a los sólidos de la Topografía real.

La diferencia de crear sólidos de los abanicos con proyecto de obras y sólidos con topografía real, es que debido a las condiciones estructurales de estabilidad, ubicación y distribución real del mineral en la mina cambian los dedos de los sub niveles en elevación y longitud, ya que por las razones mencionadas anteriormente cambia la posición de rompimiento de los dedos, su longitud y sección de modo que la ubicación de los abanicos ya barrenados cambia con respecto a lo proyectado y no coinciden, por ello se crean los sólidos de los abanicos nuevamente pero ahora con su ubicación real levantada topográficamente en la mina, esta ubicación se realiza ayudándose con los puntos de control topográfico denominados “fichas”.

Se plasman tanto en planta como en sección la ubicación de los abanicos levantados, así se determinarán de la planta las coordenadas este y norte. Se procederá a revisar los diseños de barrenación devueltos por el personal de operación de la mina, ya que en ocasiones existen modificaciones en los diseños como pueden ser la omisión o adición de algún barreno o variación en su longitud e inclinación, se revisará entre que intervalo se puede definir un mismo diseño de barrenación y cuantos abanicos le corresponden, se verificará con el levantamiento si el bordo es constante, el levantamiento de los abanicos no se realiza de cada uno, sino que se levantan cada 10 abanicos y se ajustan entre la distancia que haya.

En minesight se procederá a utilizar el mismo procedimiento mencionado en la sección anterior pero ahora con los sólidos de la topografía real tanto del sub nivel en que se crearán los abanicos como del superior ya agotado. Como existirá mucha variación en la topografía de los dedos se buscará definir intervalos donde se ajusten tantas formas de abanicos como se necesite ya que en este caso la sección del dedo sobre el cual se crean los abanicos puede llegar a variar en cada plano de cada abanico y la creación de cada uno de ellos sería un trabajo muy extenso, así que en un intervalo se tomará un ancho, alto y pendiente de obra promedio para crear los sólidos Fig. 58.

En la Fig. 59 se muestra los resultados de cubicar y obtener las leyes del sólido de un abanico de extracción calculado en minesight, estos resultados resultan ser muy confiables si se tiene actualizado el modelo geológico a partir de los análisis de los barrenos de sondaje; en la Fig. 60 se muestra el procedimiento para el cálculo de reservas en minesight

Fig. 58 Sólidos de Abanicos de Extracción y topografía real de obras mineras.

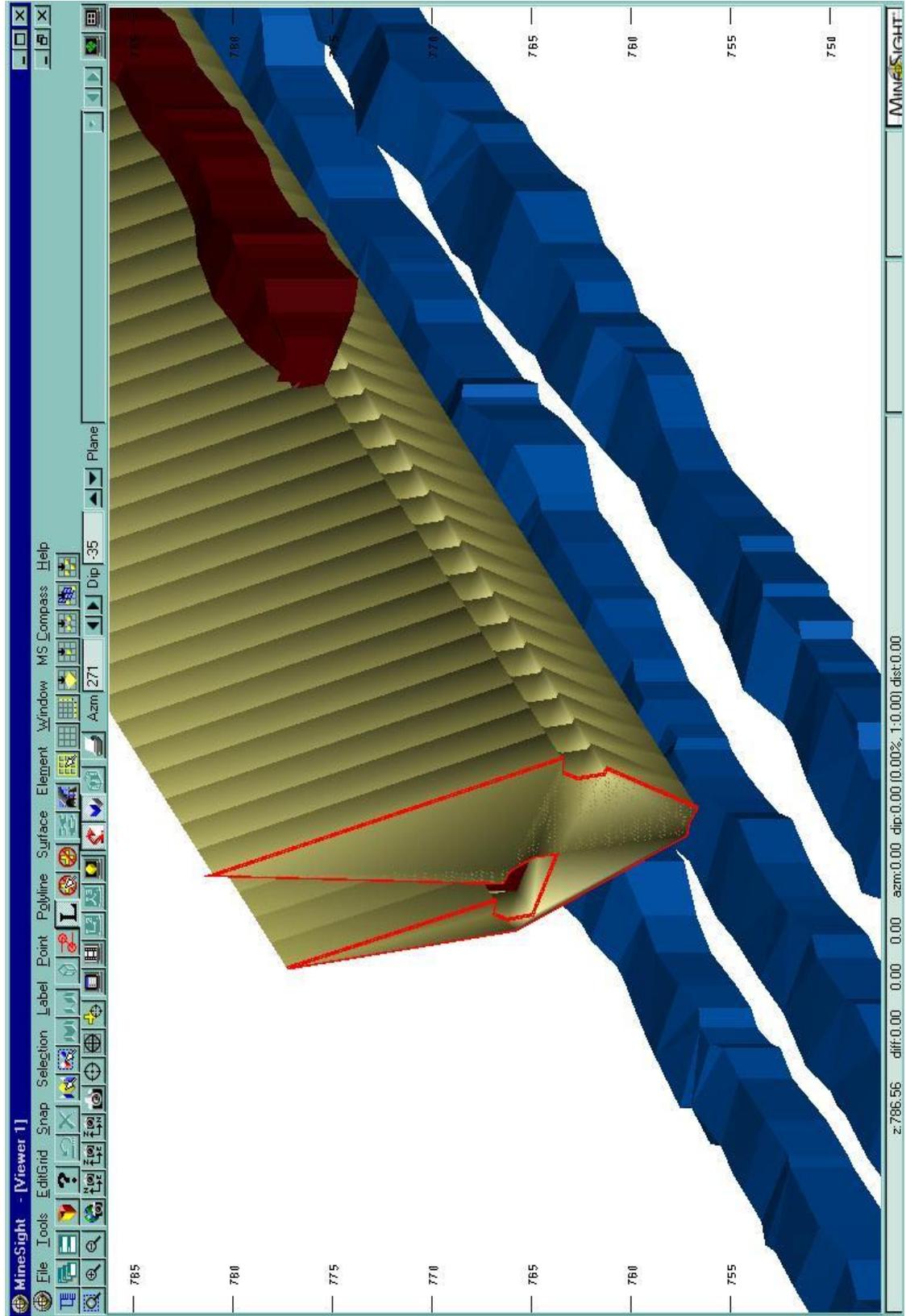


Fig. 59 Cálculo de Reservas de Mineral a partir de un Sólido de Abanico de Extracción

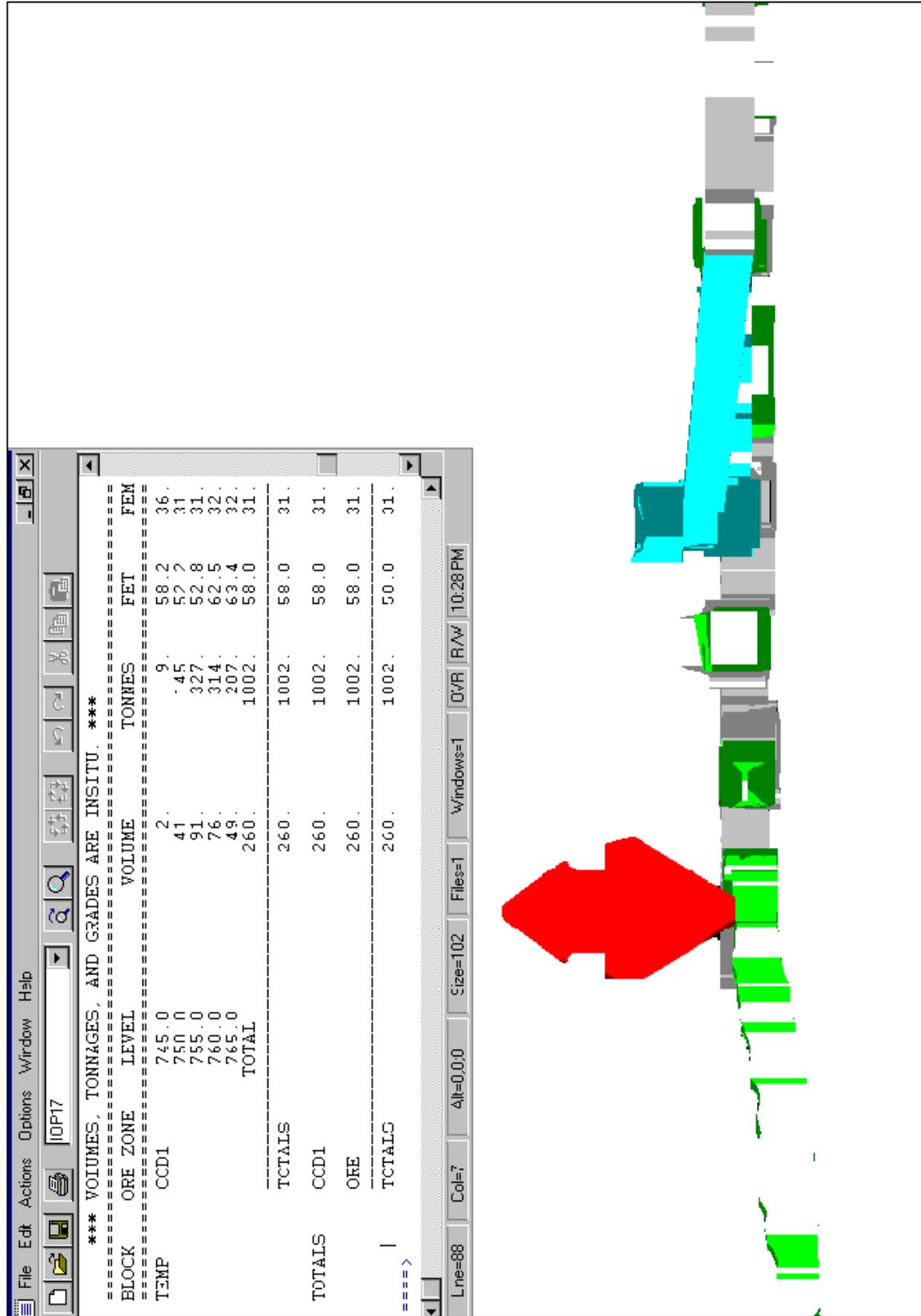


Fig. 60 Procedimiento para *Cálculo de Reservas de Mineral*

ug1set.dat

File Edit Go

Using response file : dg1set.dat

SETUP MINESIGHT UNDERGROUND RESERVES RUN

*** Use the NORUN option and after filling in panels, do a ***
 *** COPY MXPRT.BAT MSRUNRES.BAT for Windows NT (or to whatever batch/ ***
 *** or a cp mxpert msrunres for UNIX. script filename) ***

Optional extension for runfiles (Default=XMS)

Name of Parameter Input File

Number of zones stored per block

*** Enter following items without 1,2,3 suffix. ***

Name of zone and ore% items (DEFAULT=LENS,ORE)
 OR Use N/A if item is not applicable

Ore% is fraction between 0 and 1.0 (DEFAULT=percentage)

Optional ore type item or blank (0n whole block basis)

Optional model SG/TF item or blank

Default waste SG/TF (TF is FT**3 to tons)

ug1set.dat

File Edit Go

Using response file : dg1set.dat

SETUP MINESIGHT UNDERGROUND RESERVES RUN

Report zone as waste if it is not in Parameter File?

0=Mining outline has DILN built in;1=Use DILN from Param File;2=Both

Apply DILN to 0=INSITU or 1=RECOVERED ore

Do not apply dilution to first ore type?

** To use ore 1st option, the mining block should follow the ore outline

For each block take ore 1st?

Take ore from zone 1 first?

Use mined out% (0=Yes; 1=No; 2=Minimum of partial and REM%)

Name of remaining material item (DEFAULT=REM%)

Area mined out: 0=waste; 1=ore; 2=both

*** Handling mined-out areas has a number of options. ***
 *** See the UG1RES help file for details. ***

Fig. 60 continuación

Contenido del Archivo de Parámetros MINER2.COD

```
# SAMPLE PARAMETER FILE FOR GENERAL BULK U/G MINING
# MINING BLOCKS (STOPE): NUMBER (IE:VBM FEAT CODE), NAME
999 TEMP
-1
# GRADE ITEMS FOR DEFAULTS AND DECIMAL PLACES FOR REPORTING
FET FEM S
 2  2  3
-1
# ORE ZONES: NUMBER (IN 3DBM), NAME, SG, DILN SG, DIL%, REC%,
#   DEFAULT GRADES, AND DILN GRADES
1 TROZO<22%  4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
2 TROZO22-30 4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
3 TROZO>30%  4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
4 MAGNT<30%  4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
5 MAGNT>30<57 4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
6 MAGNT>30>57 4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
7 FINOS      4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
8 INTRUSIVO  4.2 4.2 0 100 60.0  40.0 1.2 0 0 0
9 ESTERIL    2.5 2.5 0 100  0.0   0.0 0.0 0 0 0
# MINING BLOCK/ORE ZONE NAMES: BLK#, ORE ZONE NAME, SG, DILN SG, DIL%, REC%,
#   DEFAULT GRADES, AND DILN GRADES
# NOTE: A -1 FOR ORE ZONE NAME MEANS USE FOR ALL ZONES OF THAT STOPE
# IF STOPE IS NOT IN LIST THEN DEFAULTS FROM ORE ZONE ABOVE ARE USED.
# OPTIONAL ORE TYPES AND NAMES
```

III.6 CREACIÓN DE SECCIONES REALES CON MORFOLOGIA DE MINERAL Y OBRAS MINERAS PARA DISEÑO DE ABANICOS DE TUMBE.

El diseño de la barrenación para los abanicos de tumbé es una parte muy importante para la eficiente explotación de un cuerpo mineral; uno de los factores que intervienen en el diseño es la posición real de los dedos de los sub niveles, puesto que la longitud de los barrenos de los abanicos dependerá de esto.

En un dedo cuando el fan drill barrena un abanico se basa en la inclinación y longitud que viene de cada barreno en el diseño, si no se tienen ubicados los dedos en su posición real existe el riesgo que los barrenos no tengan la suficiente longitud para llegar hasta las obras en el nivel superior y provocar la subsidencia, es decir que se queden “cortos”; teniendo así un problema operativo de mucho riesgo porque se provoca con esto que no caiga el material hundido y quede una “losa” de mineral con la voladura; teniendo que hacer una nueva barrenación auxiliar, a la cual se le denominan “abanicos auxiliares” los cuales para su diseño se tiene que hacer un levantamiento topográfico para saber que espesor tiene la losa que se “quedo”, trabajo que implica también muchas posibilidades de que la recuperación de mineral se vea afectada negativamente y doble costo por nueva barrenación.

Un aspecto también importante en la barrenación de abanicos es saber cuantos metros de mineral y estéril se barrenan, pudiendo así con esto llevar un control entre lo que se programa y lo real, así como también corroborar la posición del mineral. El software minesight puede realizar secciones de un cuerpo mineral, superficies topográficas, o también de obras mineras subterráneas, esto se logra teniendo los sólidos de los elementos a los cuales se necesite realizar sus secciones. La ubicación de los sub-niveles y la morfología de mineral se determinan en minesight, para esto se debe tener actualizada toda la información de los sólidos de los sub-niveles con topografía real y la morfología de mineral actualizada, así se crean retículas (grids) que son planos que se posicionan y orientan en el mismo plano de los abanicos, estas retículas (grids) se ubican tomando las coordenadas reales norte, este y elevación de cada uno de los abanicos, se crearan tantas retículas (grids) como abanicos haya en un dedo y su separación será la misma que tengan en el diseño, esto se logra teniendo el levantamiento de los abanicos tal y como se barrenaron en la mina, una vez posicionadas todas las retículas (grids) se procede en minesight a tener activos los sólidos de los sub niveles con topografía real y el cuerpo mineral, se ejecuta el programa para que genere secciones cortando todos los sólidos que están activos arrojando así una serie de secciones de todos los sólidos que encuentran ubicados en el mismo plano de las retículas (grids); una vez hecho esto se exportan estas secciones a autocad para elaborar los diseños, puesto que cada sección tendrá un corte de todos los dedos y morfología de mineral en su posición real, Fig. 61-67.

Fig. 61 Sólidos de Obras Mineras con Topografía Real

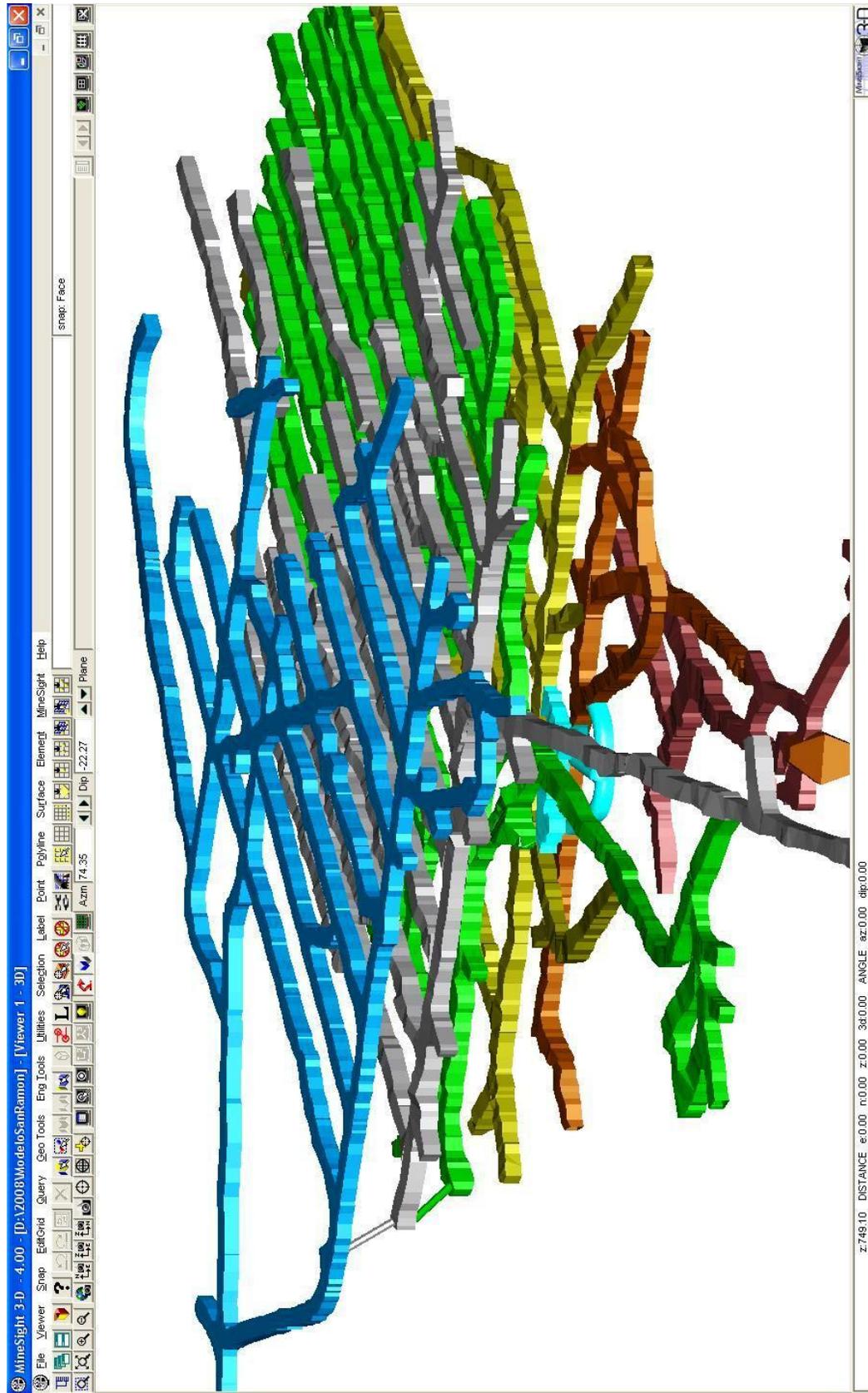


Fig. 62 Sólidos de Obras Mineras con Topografía Real con Solido de Cuerpo Mineral

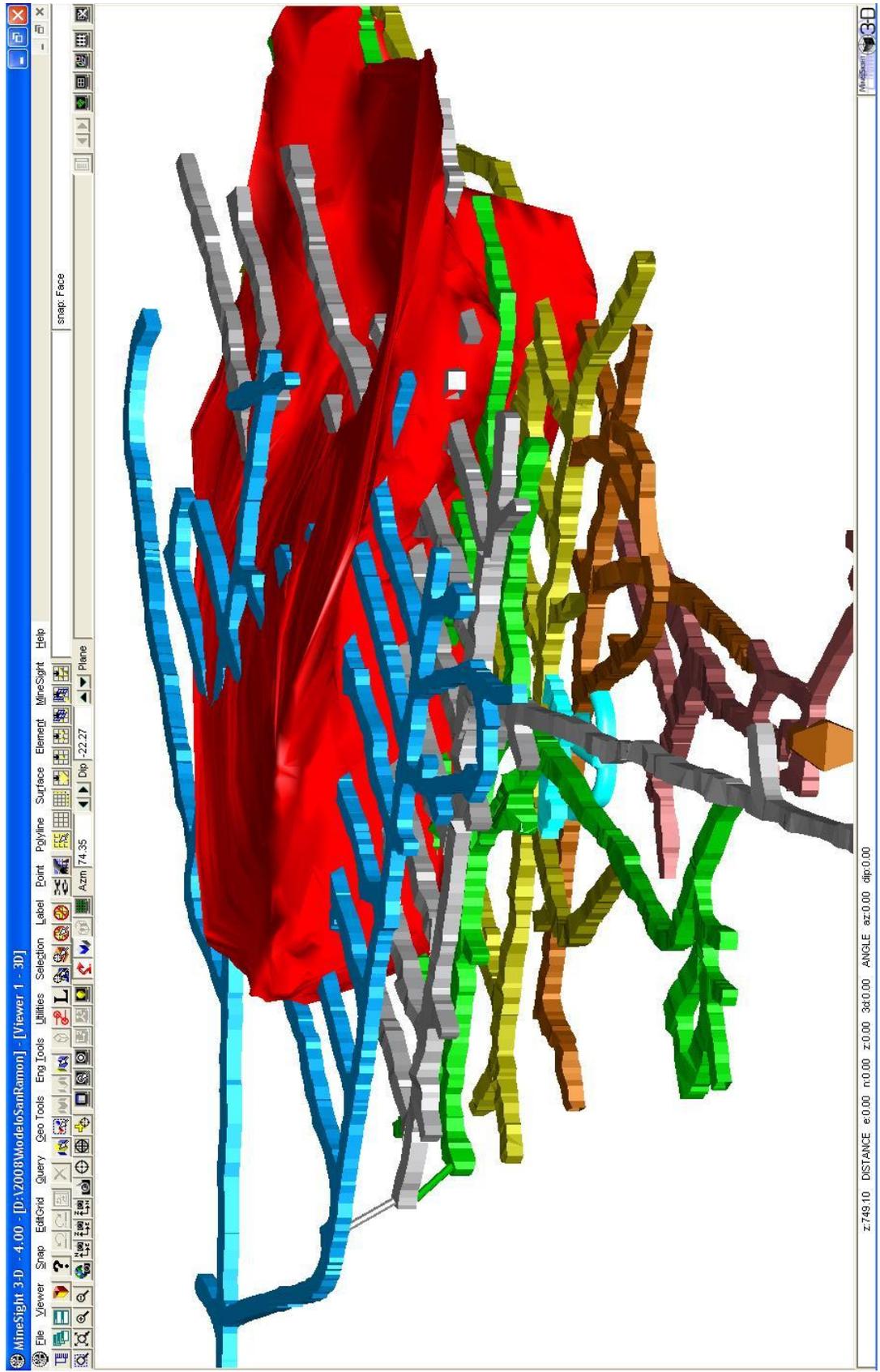


Fig. 63 Creacion de "Grids" para crear Secciones para Diseño de Abanicos

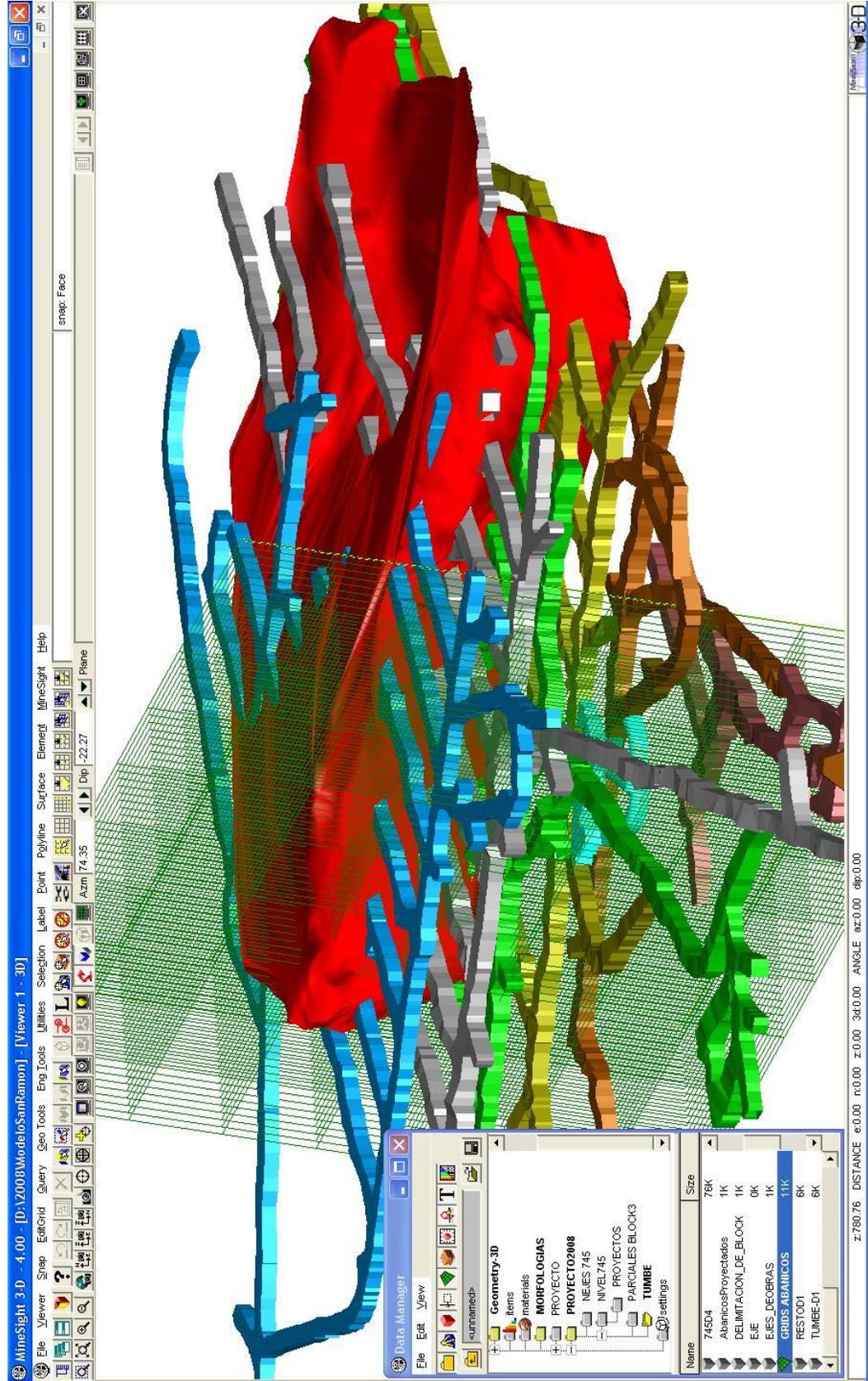


Fig. 64 Generación de cortes con los Grids de los Sólidos

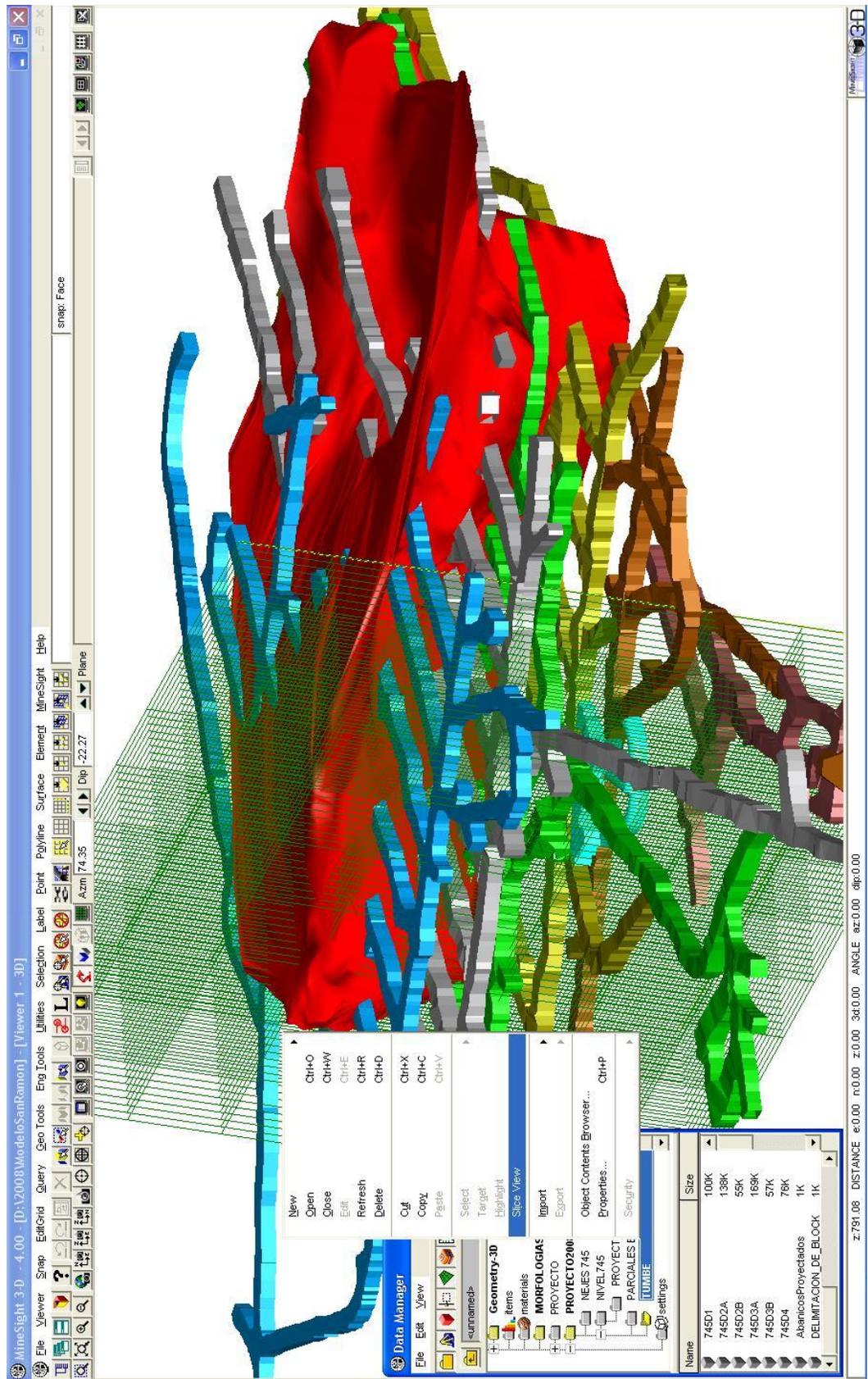


Fig. 65 Selección de los Grids para generar las Secciones

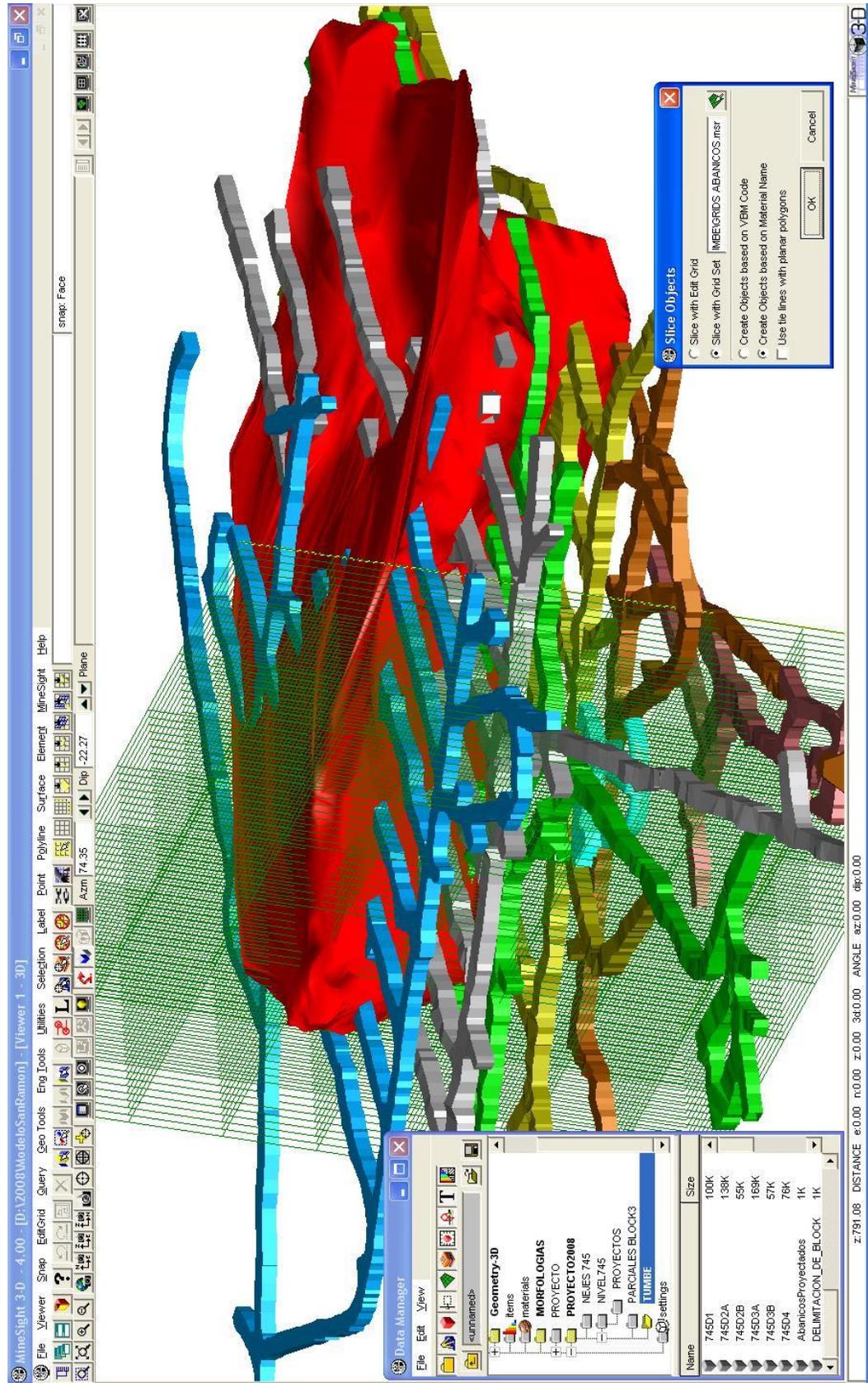


Fig. 66 Secciones de Sólidos de Obras Mineras Subterráneas

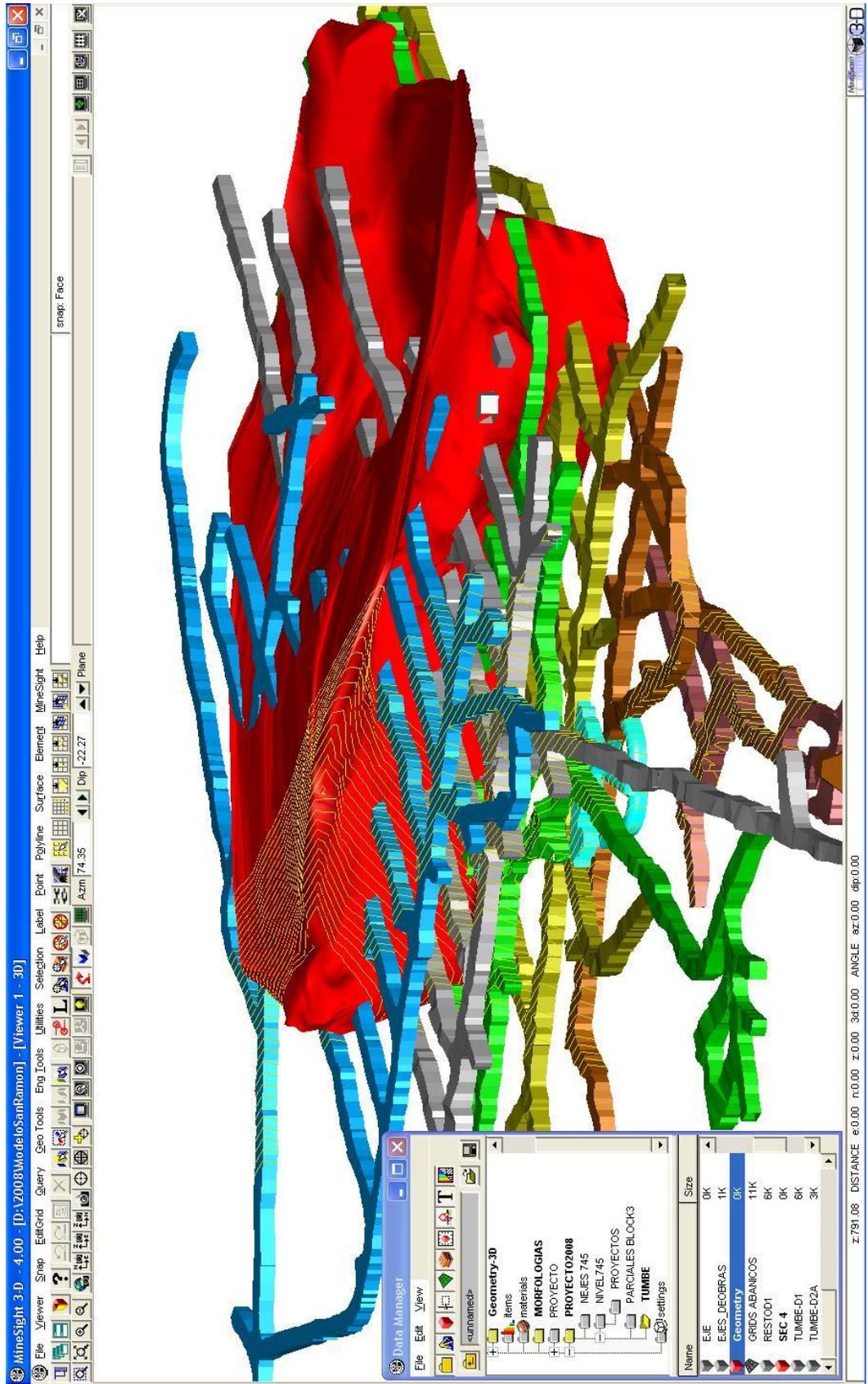
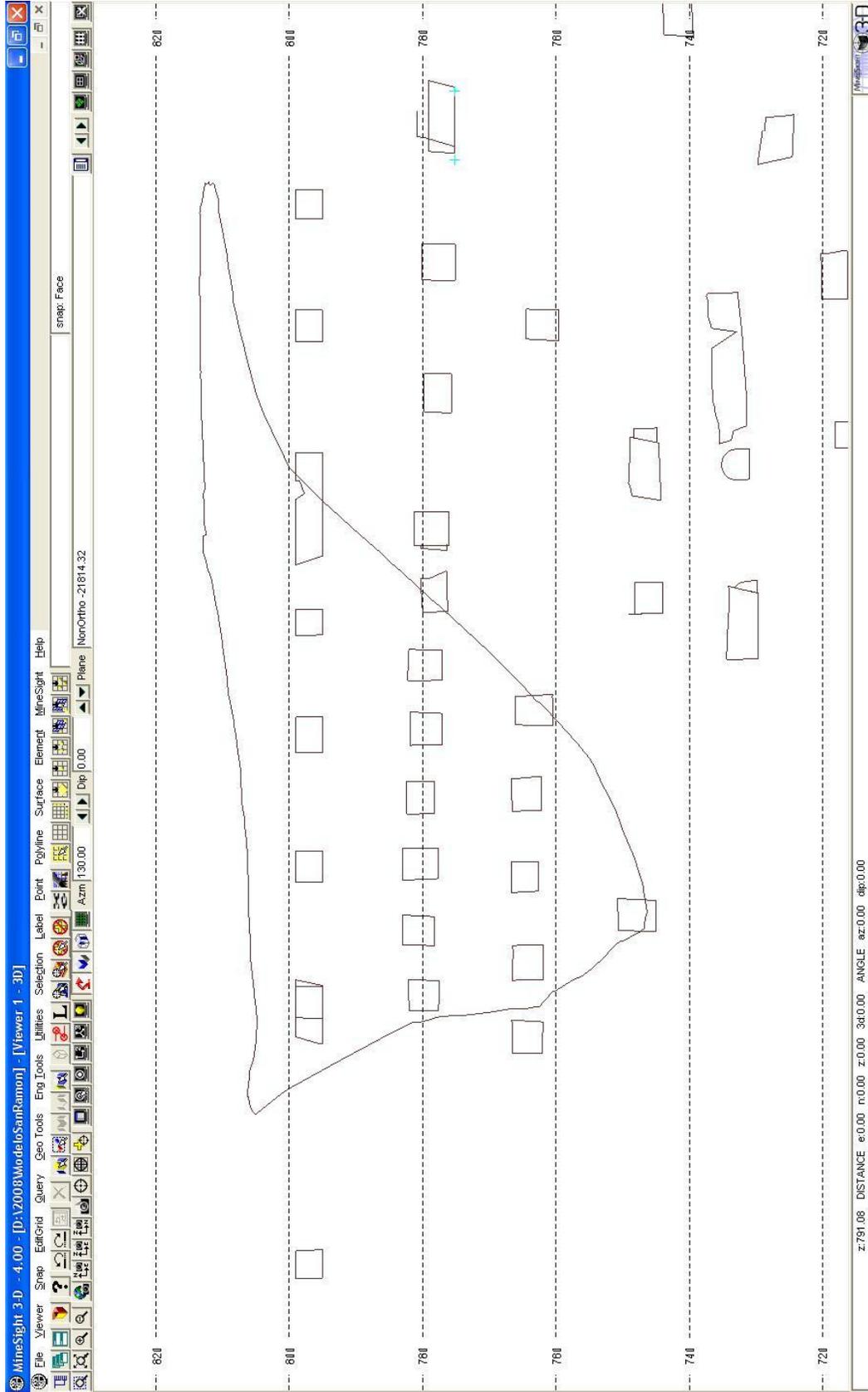


Fig. 67 Sección de Sólidos de Obras Mineras Subterráneas y Morfología de Mineral para el Diseño de Abanicos de Barrenación



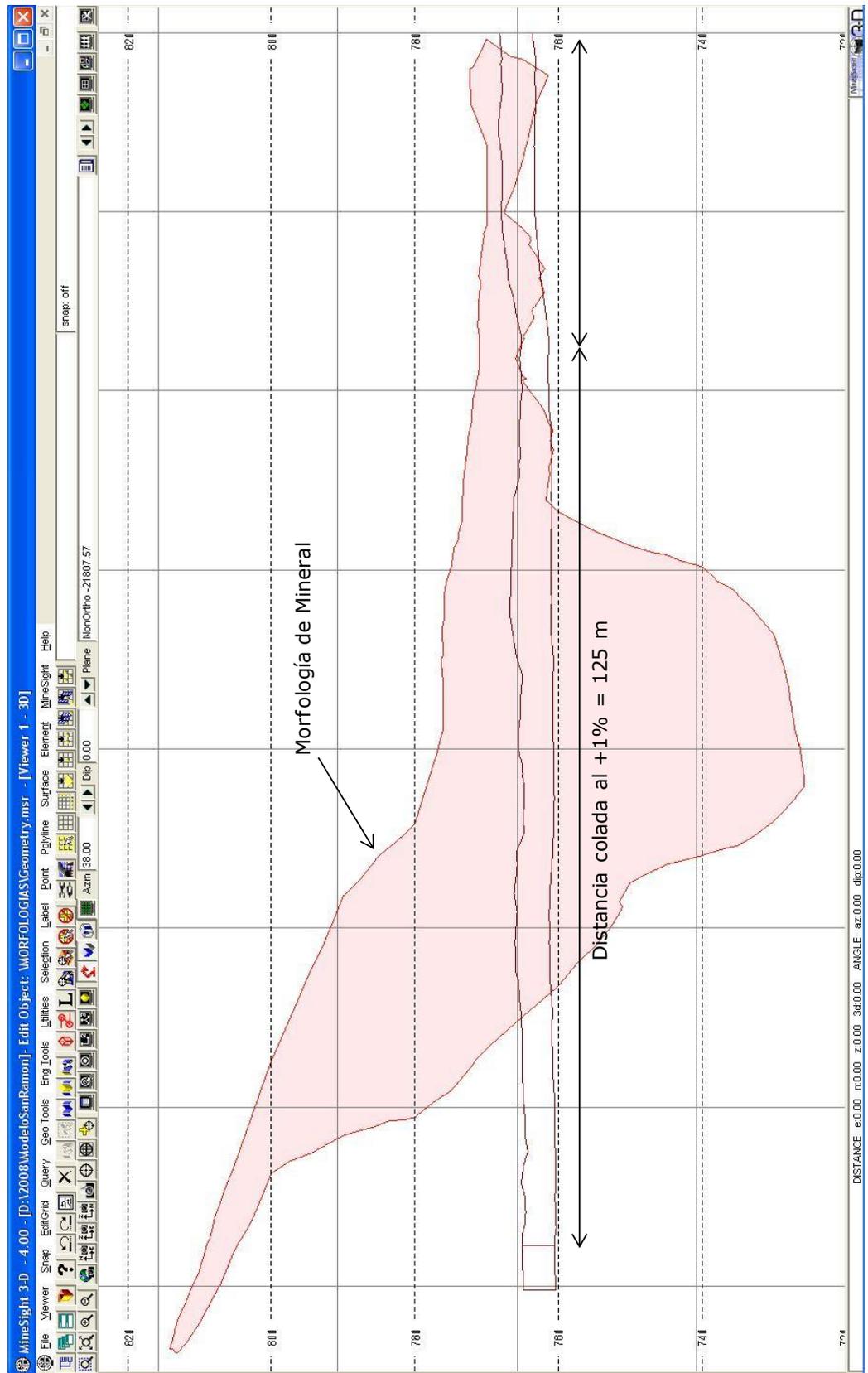
III.7 IMPACTO EN EL COSTO DE EXPLOTACIÓN AL UTILIZAR EL MINESIGHT

Debido a la Mala calidad del cuerpo mineral y de la roca encajonante, se ha tenido que aplicar un soporte para la estabilización de las obras mineras subterráneas, esto ha causado un costo alto en las obras de preparación dedos, actividades que se mencionan en el apartado *soporte artificial* de la pag. 48, a causa de la inestabilidad de las obras desarrolladas en mineral pulverulento en casi todas estas se han socavado las tablas y cielo al grado de aumentar en un 50% y 90% respectivamente las dimensiones de estas con respecto a lo proyectado, es decir de ancho deben de ser de 4.5 y aumentan hasta 6.75, y en el cielo ha habido casos que el socavamiento ha llagado hasta los 8.5 metros de alto, este último caso representaba serias dificultades operativas y de estabilidad en los dedos, ya que a esa altura el fan drill no alcanzaba a llegar al cielo para realizar la barrenación de los abanicos y también el tener una altura tan grande existía el riesgo de que se colapsarán los pilares, de modo que se optó por confinar los pilares en el tramo del dedo donde existía el mayor socavamiento, es decir se rellenaba esa área con mineral hasta el punto donde existiera la altura de 4 metros que es la de proyecto.

A causa de las razones mencionadas anteriormente, el minesight es una herramienta de suma importancia para ayudar a la toma de decisiones al proyectar y ejecutar las obras de preparación o barrenación, para ubicar de una manera más rápida la posición del mineral en estas obras, en la barrenación de los abanicos, al ubicar las reservas, por ejemplo durante la ejecución de la obra de preparación el dedo 11 del sub nivel 760 se llevaban 125 m colados al +1% de pendiente, pero después de esta distancia ya no se encontró mineral, entonces se determinó revisar la sección en minesight para ver su posición con respecto al mineral y se tomó la decisión de rampear la obra al +10% con el fin de que se cuele lo más posible en mineral y evitar los desarrollos en estéril evitándose así costos de sobre-acarreo de este material al tener que colocarlo en otras áreas para su posterior desalojo del interior de la mina, esta sección se presenta en la Fig. 69.

En las siguientes tablas (19-20) se anexa el cálculo del costo por tonelada extraída del tumba mineral con abanicos y los costos de desarrollo para obras de preparación con soporte pesado, estos costos incluyen todos los insumos, costos directos, indirectos, explosivo, acero de barrenación, mano de obra, etc.

Fig. 68 Sección Longitudinal Dedo 11 Sub Nivel 760



**Tabla 19. TUMBE DE MINERAL EN ABANICOS
COSTO POR TONELADA EXTRAIDA**

OPERACIÓN	TIPO DE COSTO	CONCEPTO	SUB	10 %	ANTES DE	15%	TOTAL TON.	
			TOTAL	ADMIN.	UTIL.	UTILIDAD	EXTRAIDA	
BARRENACION	Costos Fijos	Cables Eléctricos	\$0.61	\$0.06	\$0.67	\$0.10	\$0.77	
		Conservación	\$6.75	\$0.68	\$7.43	\$1.11	\$8.54	
		Gastos de Operación	\$1.82	\$0.18	\$2.00	\$0.30	\$2.30	
		Mtls. Operación	\$0.25	\$0.03	\$0.28	\$0.04	\$0.32	
		Personal	\$1.23	\$0.12	\$1.35	\$0.20	\$1.56	
		Tuberías	\$0.42	\$0.04	\$0.46	\$0.07	\$0.53	
		Ventilación	\$0.51	\$0.05	\$0.56	\$0.08	\$0.65	
	<i>Sub Total Costos Fijos</i>			\$11.59	\$1.16	\$12.75	\$1.91	\$14.66
	Costos Variables	Aceites	\$0.45	\$0.05	\$0.50	\$0.07	\$0.57	
		Acero Barrenación	\$5.89	\$0.59	\$6.48	\$0.97	\$7.45	
		Diesel	\$0.79	\$0.08	\$0.87	\$0.13	\$1.00	
		Energía Eléctrica	\$0.68	\$0.07	\$0.75	\$0.11	\$0.86	
		Grasas	\$0.22	\$0.02	\$0.24	\$0.04	\$0.28	
		Llantas	\$0.17	\$0.02	\$0.19	\$0.03	\$0.22	
<i>Sub Total Costos Variables</i>			\$8.20	\$0.82	\$9.02	\$1.35	\$10.37	
Total Barrenación			\$19.79	\$1.98	\$21.77	\$3.27	\$25.03	
EXPLOSIVOS	Costos Fijos	Conservación	\$0.62	\$0.06	\$0.68	\$0.10	\$0.78	
		Gastos de Operación	\$0.32	\$0.03	\$0.35	\$0.05	\$0.40	
		Mtls. Operación	\$0.11	\$0.01	\$0.12	\$0.02	\$0.14	
		Personal	\$0.41	\$0.04	\$0.45	\$0.07	\$0.52	
	<i>Sub Total Costos Fijos</i>			\$1.46	\$0.15	\$1.61	\$0.24	\$1.85
	Costos Variables	Aceites	\$0.05	\$0.01	\$0.06	\$0.01	\$0.06	
		Diesel	\$0.22	\$0.02	\$0.24	\$0.04	\$0.28	
		Explosivo	\$2.67	\$0.27	\$2.94	\$0.44	\$3.38	
		Grasas	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
		Llantas	\$0.06	\$0.01	\$0.07	\$0.01	\$0.08	
	<i>Sub Total Costos Variables</i>			\$3.00	\$0.30	\$3.30	\$0.50	\$3.80
	Total Explosivos			\$4.46	\$0.45	\$4.91	\$0.74	\$5.65
	MONEO	Costos Fijos	Personal	\$3.22	\$0.32	\$3.54	\$0.53	\$4.07
		<i>Sub Total Costos Fijos</i>			\$3.22	\$0.32	\$3.54	\$0.53
Costos Variables		Explosivo	\$0.55	\$0.06	\$0.61	\$0.09	\$0.70	
<i>Sub Total Costos Variables</i>			\$0.55	\$0.06	\$0.61	\$0.09	\$0.70	
Total Moneo			\$3.77	\$0.38	\$4.15	\$0.62	\$4.77	
REZAGADO		Costos Fijos	Conservación	\$8.20	\$0.82	\$9.02	\$1.35	\$10.37
	Gastos de Operación		\$3.10	\$0.31	\$3.41	\$0.51	\$3.92	
	Mtls. Operación		\$0.09	\$0.01	\$0.10	\$0.01	\$0.11	
	Personal		\$1.33	\$0.13	\$1.46	\$0.22	\$1.68	
	<i>Sub Total Costos Fijos</i>			\$12.72	\$1.27	\$13.99	\$2.10	\$16.09
	Costos Variables	Aceites	\$0.52	\$0.05	\$0.57	\$0.09	\$0.66	
		Diesel	\$2.79	\$0.28	\$3.07	\$0.46	\$3.53	
		Grasas	\$0.04	\$0.00	\$0.04	\$0.01	\$0.05	
		Llantas	\$1.83	\$0.18	\$2.01	\$0.30	\$2.31	
	<i>Sub Total Costos Variables</i>			\$5.18	\$0.52	\$5.70	\$0.85	\$6.55
	Total Rezagado			\$17.90	\$1.79	\$19.69	\$2.95	\$22.64
	TOTAL GENERAL			\$45.92	\$4.59	\$50.52	\$7.58	\$58.09

**Tabla 20. Costo Unitario Obras de Preparación con Soporte Pesado
Mina Subterranea**

CONCEPTO	REQUER.	VIDA PROMEDIO	CONSUMO POR VOL.	COSTO UNITARIO	COSTO POR VOLAD.	AVANCE	COSTO METRO
Costo Variables							
Acero Barrenación							
Broca 1 7/8"	176	1,607	0.11	892.76	98.03	2.9	33.80
Barra de 14'	176	3,563	0.05	4,119.43	203.93	2.9	70.32
Cople	176	1,100	0.16	537.45	86.19	2.9	29.72
Zanco	176	2,502	0.07	2,676.32	188.71	2.9	65.07
Subtotal							198.92
Explosivo							
Alto Expl. 1.5 X 8"	14.82	1.00	14.82	22.58	334.65	2.9	115.40
Expl. 1 X 39"	16.94	1.00	16.94	23.99	406.32	2.9	140.11
Bajo Explosivo	107.56	1.00	107.56	7.54	811.47	2.9	279.82
Primadets 16' LP	44.00	1.00	44.00	21.42	942.29	2.9	324.93
Cordón Detacord.	30.00	1.00	30.00	2.39	71.80	2.9	24.76
Cañuela Mecha Blanca	3.00	1.00	3.00	1.81	5.43	2.9	1.87
Fulminante No. 8	2.00	1.00	2.00	1.53	3.06	2.9	1.05
Subtotal							887.94
Diesel							
Scoop	261	90	2.89	190.85	552.25	2.9	190.43
Jumbo	176	65	2.71	119.96	325.56	2.9	112.26
Moto	1	1	1.00	109.06	109.06	2.9	37.61
Ancladora	52	14	3.63	119.96	434.86	2.9	149.95
Anfo	2.50	1.00	2.50	119.96	299.90	2.9	103.42
Fiory	2.50	1.00	2.50	54.53	136.32	2.9	47.01
Subtotal							640.67
Aceites							
Scoop	261	90	2.89	43.75	126.61	2.9	43.66
Jumbo	176	65	2.71	94.80	257.26	2.9	88.71
Moto	1	1	1.00	5.80	5.80	2.9	2.00
Ancladora	52	14	3.63	40.97	148.52	2.9	51.21
Anfo	2.5	1.00	2.50	21.63	54.08	2.9	18.65
Fiory	2.5	1.00	2.50	21.82	54.54	2.9	18.81
Subtotal							223.04
Grasas							
Scoop	261	90	2.89	2.25	6.52	2.9	2.25
Jumbo	176	65	2.71	2.08	5.65	2.9	1.95
Moto	1	1	1.00	2.08	2.08	2.9	0.72
Ancladora	52	14	3.63	2.08	7.54	2.9	2.60
Anfo	2.5	1.00	2.50	1.91	4.77	2.9	1.64
Fiory	2.5	1.00	2.50	1.91	4.77	2.9	1.64
Subtotal							10.80
Llantas							
Scoop	261	90	2.89	160.63	464.81	2.9	160.28
Jumbo	176	65	2.71	10.05	27.26	2.9	9.40
Moto	1	1	1.00	45.86	45.86	2.9	15.81
Ancladora	52	14	3.63	13.40	48.56	2.9	16.74
Anfo	2.5	1.00	2.50	20.09	50.23	2.9	17.32
Fiory	2.5	1.00	2.50	9.79	24.49	2.9	8.44
Subtotal							228.00
Acero Barrenación Anclaje							
Broca	52	758	0.07	647	44.51	2.9	15.35
Barra	52	1,241	0.04	2,129	89.54	2.9	30.88
Zanco	52	3,410	0.02	2,062	31.56	2.9	10.88
Subtotal							57.11
Energía Eléctrica							
Jumbo			2.71	153.96	417.82	2.9	144.07
Ancladora			3.63	66.94	242.65	2.9	83.67
Subtotal							227.75
Total Variables							2,474.23

**Tabla 20 (Cont.) Costo Unitario Obras de Preparación con Soporte Pesado
Mina Subterránea**

Costo Fijo

Mtls de Operación

Scoop	261	90	2.89	5.08	14.71	2.9	5.07
Jumbo	176.40	65	2.71	30.46	82.66	2.9	28.50
Moto	1	1	1.00	6.59	6.59	2.9	2.27
Ancladora	52	14	3.63	8.31	30.14	2.9	10.39
Anfo	2.50	1.00	2.50	0.93	2.31	2.9	0.80
Fiory	2.50	1.00	2.50	0.93	2.31	2.9	0.80

Subtotal

47.84

Conservación

Scoop	261	90	2.89	587.83	1,700.97	2.9	586.54
Jumbo	176	65	2.71	821.28	2,228.84	2.9	768.56
Moto	1	1	1.00	335.63	335.63	2.9	115.74
Ancladora	52	14	3.63	497.02	1,801.71	2.9	621.28
Anfo	2.5	1.00	2.50	335.63	839.08	2.9	289.34
Fiory	2.5	1.00	2.50	335.63	839.08	2.9	289.34

Subtotal

2,670.80

Personal

Scoop	261	90	2.89	96.93	280.49	2.9	96.72
Jumbo	176	65	2.71	148.28	402.41	2.9	138.76
Moto	1	1	1.00	72.38	72.38	2.9	24.96
Ancladora	52	14	3.63	148.28	537.52	2.9	185.35
Anfo	2.5	1.00	2.50	144.76	361.91	2.9	124.80
Fiory	2.5	1.00	2.50	256.74	641.86	2.9	221.33
Amacice	1.5	1.00	1.50	148.28	222.42	2.9	76.70

Subtotal

868.62

Gastos de Operación

Scoop	261	90	2.89	200.38	579.82	2.9	199.94
Jumbo	176	65	2.71	166.98	453.16	2.9	156.26
Moto	1	1	1.00	49.18	49.18	2.9	16.96
Ancladora	52	14	3.63	166.49	603.53	2.9	208.11
Anfo	2.5	1.00	2.50	98.53	246.32	2.9	84.94
Fiory	2.5	1.00	2.50	116.38	290.94	2.9	100.32

Subtotal

766.53

Materiales Anclaje

Anclas	22	1.00	21.75	68.19	1,483.16	2.9	511.43
Bolis	326	1.00	326	3.00	977.76	2.9	337.16
Placa	22	1.00	21.75	11.25	244.67	2.9	84.37

Subtotal

932.96

Materiales Concreto

Cemento	400.00			2.57	1,028.12	1.00	1,028.12
Fibra	25.00			17.69	442.26	1.00	442.26
Malla Electrosoldada	15.00			24.92	373.84	1.00	373.84
Aditivo	12.00			16.65	199.80	1.00	199.80
Arena	0.60			189.97	113.98	1.00	113.98
Grava	0.40			168.87	67.55	1.00	67.55
Refacciones	1.00			78.71	78.71	1.00	78.71

Subtotal

2,304.26

Concreto Lzado 4.0" de 2.249

5,183.03

Ventilación

419.45

Tuberías

150.73

Cables Eléctricos

557.37

Total Fijos

11,597.32

Metro Frente Con Soporte de 4"

14,071.55

III.8. REPORTES DE CALIDAD

A continuación se presentan los reportes de control de calidad, los cuales muestran un control diario de las toneladas de mineral alimentadas, sus leyes, recuperación en peso, producción.

REPORTES MENSUAL DE TRITURADORA

MINA SUBTERRANEA

ENERO 2001

DIA	ALIMENTACION					PRODUCCION										MATERIALES ALIMENTADOS AL PROCESO				
	TONS.	% FeT	% FeM	TONS.	% FeT	% FeM	% Rw	% RFeT	% RFeM	UFet	% - 1/4 "	% Magnetita	% Hematita	% de Esteril	Ind. Alim					
1	1,770	38.25	33.39	1260	53.26	44.19	71.19	99.12	94.21	671	72.63	46.14	6.95	46.91	3.44					
2	2,107	39.44	33.71	1,564	50.20	44.37	74.23	94.48	97.70	785	75.93	46.58	8.19	45.22	3.51					
3	4,344	39.82	35.50	3,185	51.91	47.56	73.32	95.58	98.23	1,653	76.14	49.06	6.18	44.77	3.37					
4	1,715	38.58	34.53	1,218	51.40	47.66	71.02	94.62	98.03	626	75.16	47.72	5.79	46.49	3.35					
5	2,661	39.70	35.55	1,953	51.50	47.62	73.39	95.21	98.31	1,006	79.08	49.13	5.93	44.94	3.35					
6	2,179	38.24	33.29	1,495	52.30	47.44	68.61	93.84	97.77	782	80.87	46.00	7.08	46.92	3.45					
7	2,291	37.20	30.51	1,626	49.65	41.93	70.97	94.73	97.54	807	74.74	42.16	9.56	48.27	3.66					
8	762	33.23	29.05	484	48.30	44.44	63.52	92.32	97.17	234	77.49	40.14	5.98	53.88	3.43					
9	2,783	39.35	32.78	1,998	51.90	44.78	71.79	94.69	98.07	1,037	79.77	45.30	9.39	45.31	3.60					
10	1,301	40.73	32.18	1,022	49.90	40.23	78.55	96.24	98.21	510	75.67	44.47	12.22	43.31	3.80					
11	3,277	40.42	32.91	2,443	51.74	42.98	74.55	95.43	97.36	1,264	80.31	45.48	10.74	43.78	3.68					
12	2,414	39.97	36.44	1,718	52.40	48.44	71.17	93.30	94.60	900	81.58	50.36	5.05	44.60	3.29					
13	2,831	43.88	39.37	2,181	55.13	50.48	77.04	96.79	98.78	1,202	81.26	54.41	6.45	39.15	3.34					
14	2,607	41.04	34.68	1,930	53.23	46.13	74.03	96.02	98.47	1,027	80.95	47.92	9.09	42.98	3.55					
15	2,315	34.54	29.39	1,571	47.35	42.19	67.86	93.03	97.42	744	76.39	40.61	7.36	52.02	3.53					
16	2,411	31.96	27.65	1,611	44.60	40.25	66.82	93.25	97.27	719	76.40	38.21	6.16	55.63	3.47					
17	1,778	43.89	38.01	1,359	55.40	49.03	76.43	96.48	98.59	753	81.17	52.53	8.41	39.07	3.46					
18	3,021	41.32	34.05	2,146	55.50	46.97	71.04	95.41	97.99	1,191	78.05	47.05	10.39	42.55	3.64					
19	151	40.03	37.01	112	52.70	49.00	74.17	97.65	98.20	59	81.10	51.14	4.32	44.54	3.24					
20	2,789	41.50	37.87	2,220	50.45	46.96	79.60	96.76	98.70	1,120	77.59	52.33	5.19	42.48	3.29					
21	4,192	41.34	32.44	3,316	50.54	40.39	79.10	96.71	98.49	1,676	76.45	44.83	12.72	42.45	3.82					
22	2,173	44.17	34.74	1,754	53.10	42.49	80.72	97.04	98.72	931	75.68	48.01	13.48	38.51	3.81					
23	1,542	35.72	26.55	1,085	47.80	36.63	70.36	94.16	97.08	519	76.34	36.69	13.11	50.20	4.04					
24	2,559	38.02	29.30	1,853	49.90	39.57	72.41	95.04	97.79	925	72.37	40.49	12.47	47.04	3.89					
25	2,637	44.28	29.61	2,110	53.60	36.41	80.02	96.86	98.39	1,131	79.98	40.92	20.97	38.11	4.49					
26	1,880	41.86	26.70	1,563	48.70	31.60	83.14	96.72	98.40	761	78.31	36.90	21.67	41.43	4.70					
27	2,430	40.44	30.31	1,957	48.37	37.12	80.53	96.33	98.63	947	78.79	41.89	14.48	43.63	4.00					
28	1,884	35.85	24.57	1,515	42.92	29.91	80.41	96.27	97.89	650	76.64	33.95	16.13	49.92	4.38					
29	2,125	38.17	25.24	1,780	44.20	29.64	83.76	97.00	98.37	787	73.48	34.88	18.49	46.63	4.54					
30	907	30.97	25.80	592	43.90	38.06	65.27	92.52	96.29	260	78.75	35.65	7.39	56.96	3.60					
31	1,300	30.66	26.59	1,020	43.10	37.89	78.46	110.30	111.81	440	78.1	36.74	5.82	57.44	3.46					
TOTAL=	69,136	39.43	32.36	51,641	50.57	42.49	74.69	95.81	98.08	26,116	77.64	44.72	10.11	45.18	3.66					

III.8. USO DEL MINESIGHT EN PLANEACIÓN Y CONTROL DE MINADO

Actualmente el minesight se usa para llevar toda la planeación y control del minado a corto plazo, desde el diseño, proyección y creación de sólidos de rampas, dedos, frentes, contrafrentes, cruceros, contrapozos, diseño de abanicos de barrenación de todos los dedos de los subniveles, y también se lleva el control y actualización de toda la información topográfica con la creación de sólidos de todas las obras mineras anteriormente mencionadas, de esta manera se comparan los sólidos de las obras proyectadas con los sólidos de la topografía real para detectar desviaciones, con el software se tiene la ventaja de contar con una visualización en tres dimensiones de toda la información del proyecto, actividad que anteriormente se podía ver sólo en dos dimensiones nivel por nivel o en secciones transversales en los planos de avance diario; existe la también la ventaja de que los cálculos son mucho más rápidos por ejemplo, para determinar el mineral extraído en un abanico con el método tradicional del uso de planos, escuadras, escalímetro y calculadora el ingeniero de planeación tardaba aproximadamente una hora; actualmente con el software minesight el tiempo se reduce a 15 minutos, esto multiplicado por el número de abanicos en un dedo y a su vez por el número de dedos en un subnivel se ahorran los ingenieros horas de trabajo, para esto es suficiente configurar los programas de minesight de acuerdo a la información que se quiere obtener y así ya teniendo los sólidos de los abanicos de un dedo se seleccionan y minesight hace los cálculos generando archivos con formatos compatibles para excel.

Existe la ventaja de poder visualizar rápidamente la posición del mineral con respecto a los dedos, puesto que se pueden generar secciones transversales y longitudinales en cualquier posición y orientación dentro de la visualización minesight mostrando la traza del mineral y los dedos y poder evaluar si es necesario algún dedo más o prolongar su longitud, reducirla, o cambiar su pendiente, por lo que para la toma de decisiones se tiene mayor información en menor tiempo, anteriormente para crear las secciones se tenía que reunir la información de todas las obras de las cuales se quería hacer la sección e irla dibujando en un plano, actividad que muy rápidamente se realiza en minesght definiendo el rumbo e inclinación de una rejilla (grid) o grupo de rejillas que definen el plano de la sección, para finalmente visualizar los sólidos en tres dimensiones de los cuales se quiere generar la sección.

En este trabajo de tesis se presenta el uso del software minesight en la planeación de la explotación de la mina El Encino de la empresa Ternium México, así como las consideraciones que se emplean en su aplicación y seguimiento continuo en el control del minado.