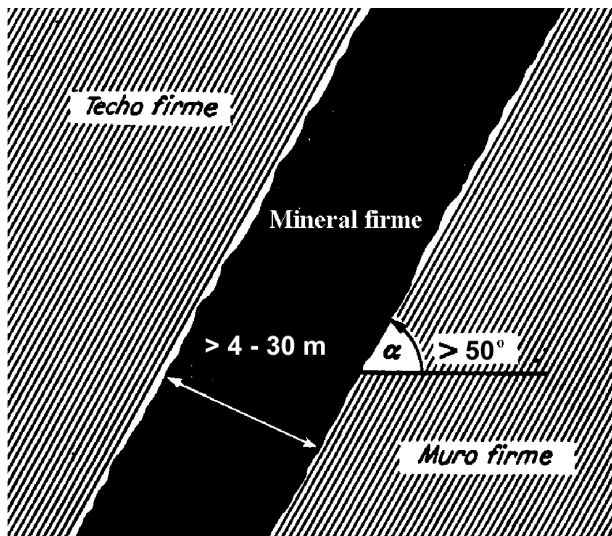


CRATERES VERTICALES EN RETROCESO -VCR (Vertical Crater Retreat)

PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

Este método se aplica en condiciones similares al sublevel stoping, se puede considerar como una variante mejorada de aquel pero con propiedades geomecánicas muy superiores. En este método se extrae el mineral y se deja vacío el rajo. Los rajos que en realidad son grandes cámaras, tanto en longitud como en altura., no llevan ningún tipo de fortificación. Origina mucho trabajo de preparación pero con una producción alta que se logra con una inversión muy limitada de personal y maquinarias.



CONDICIONES DE APLICACIÓN

- Propiedades geomecánicas excelentes
- Roca de caja y mineral firmes a duro
- Inclinación $> 50^\circ$
- Espesor $> 4-30$ m
- Minerales Pb, Zn, Cu, Ag, Au (= SLS)
- Mineral no necesita clasificación

VENTAJAS

- Buen rendimiento de producción (> 35 t/h)
- Muy buena recuperación ($> 80\%$)
- Buenas condiciones de seguridad y buena ventilación
- Alta mecanización
- Escaso personal
- Costo reducido

DESVENTAJAS

- Trabajos preparatorios con mucho desarrollo
- No es selectivo, los cuerpos deben ser regulares
- Tendencia a dilución (cuidar voladuras de contacto caja)
- Requiere buena fragmentación
- Personal altamente capacitado

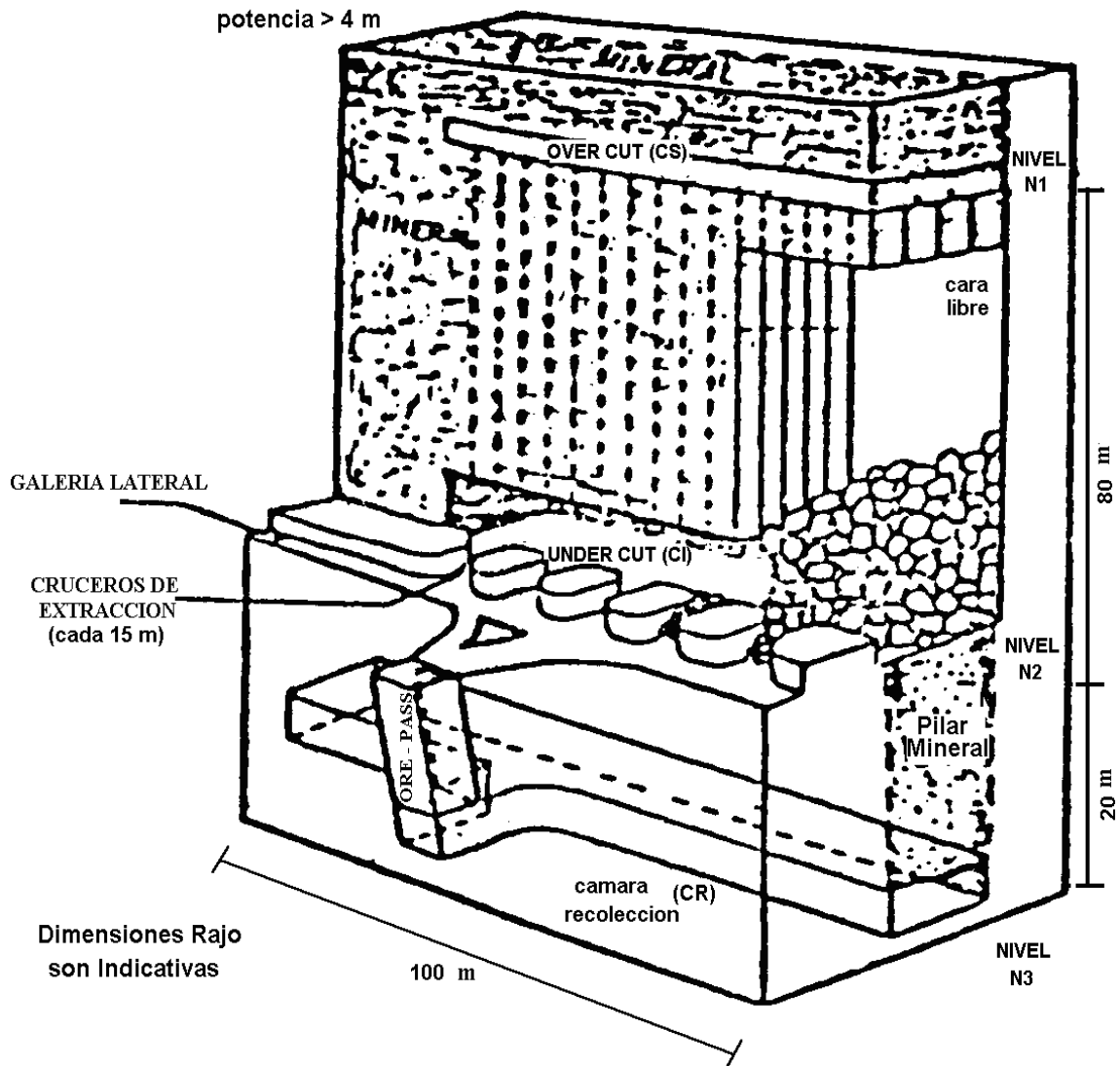
DESCRIPCION DEL METODO

Este método se aplica preferentemente en yacimientos de forma tabular, verticales o subverticales de espesor o potencia variable, por lo general superior a 4 m. Es deseable que los bordes o contactos del cuerpo mineralizado con la roca de caja sean regulares.

Tanto la roca mineralizada como la roca circundante deben presentar buenas condiciones de estabilidad que significa una caracterización del macizo rocoso muy competente o autoportante.

El este método se extrae el mineral y se deja vacío el rajo. Los rajos que en realidad son grandes cámaras, tanto en longitud como en altura., no llevan ningún tipo de fortificación.

PREPARACION RAJO EXPLOTACION



Desarrollo de un nivel superior, en este caso el nivel N1, a lo largo y a lo ancho de la estructura mineralizada para preparar una cámara superior (CI) de perforación (over cut), desde la cual opera la perforadora DTH (martillo de fondo) con una altura mínima de 4 m (teniendo en cuenta que la altura del equipo). Esta altura permite también que el mineral, producto del desarrollo, sea cargado en el mismo frente por los equipo scooptram (equipo LHD) en cada avance.

Desarrollo de nivel inferior en este caso el nivel N2, también a todo lo largo y ancho del mineral para preparar una cámara inferior (CI) de recepción y extracción del mineral volado (under cut). Esta cámara también lleva una altura de 4 m y se emplaza 80 m debajo.

De esta manera se determina también el buzamiento de la estructura mineralizada y por lo tanto el ángulo preciso de perforación para minimizar la dilución al momento de la voladura.

Paralelamente a la cámara de recepción, y al mismo nivel, se corre sobre estéril una galería lateral de 3 x 3,50 m, conservando una separación recomendable de 15 m. Esta distancia es para evitar que el mineral disparado obstruya y dañe las instalaciones de la galería lateral (tuberías, cables, etc).

Es recomendable que la galería lateral corra por el lado de la caja piso, para evitar el riesgo de desprendimiento por erosión de la caja techo.

Terminada la galería lateral, se comunica esta con la cámara de recepción a través de cruceros de 3 x 3,50 m cada 15 m.

A 20 m por debajo de la cámara de recepción se desarrolla sobre veta un nivel, en este caso el nivel N3 que se acondiciona como cámara de recolección (CR) y extracción, que se comunica con el nivel N2 mediante ore pass cada 100 m. Entre el nivel N2 y el nivel N3 se deja un pilar de mineral de 20 m por si la explotación continúa hacia niveles inferiores.

Esto permitirá un carguío fluido hacia los volquetes y una mejor utilización de los scooptram, aunque con la desventaja de que los volquetes tendrían que trepar por una rampa de 10 % que comunica el nivel N3 (ciego) con el nivel N2 que llega superficie.

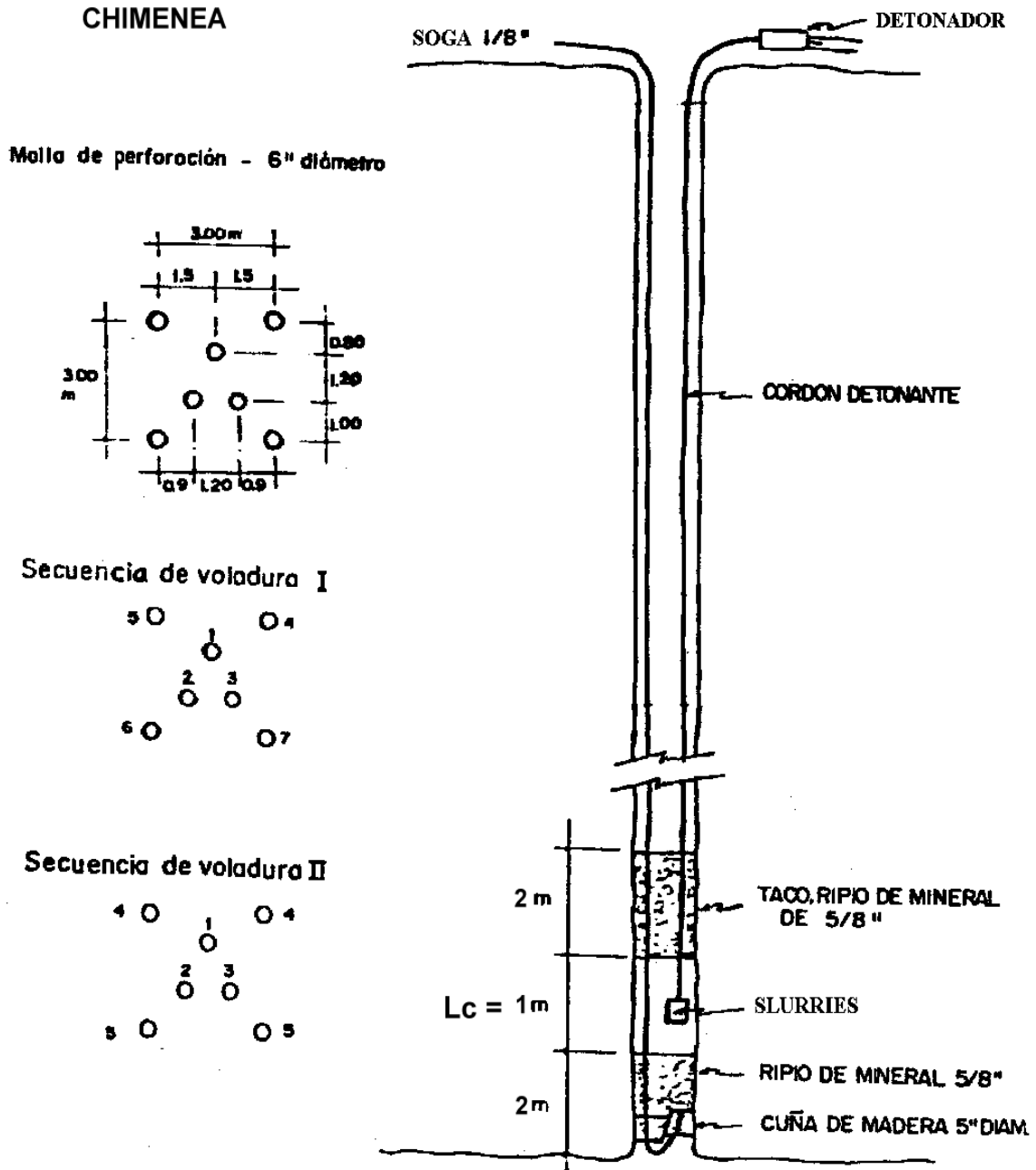
Este nivel N3 será como cámara de perforación (over cut) cuando la explotación se traslade a los niveles inferiores.

El trabajo posterior a las labores indicadas es la perforación de taladros desde la cámara superior en el nivel N1 a la cámara inferior en el nivel N2 con el equipo DTH. Los taladros son perforados con 6" diámetro.

Con el fin de tener cara libre para los disparos, se prepara una chimenea (drop raise) para cuyo efecto se toma el cuadrilátero formado por cuatro taladros y dentro del mismo se perforan otros tres como se indica en la figura.

La altura de la carga de explosivo responde al principio de cargas esféricas (carga muy confinada) y se toma de acuerdo a la siguiente fórmula $L_c = 6,5 \Phi$ (plg) = 1 m y los tacos el doble = 2 m. (Φ = diámetro de perforación en pulgada = 6") (1 plg = 2,54 cm).

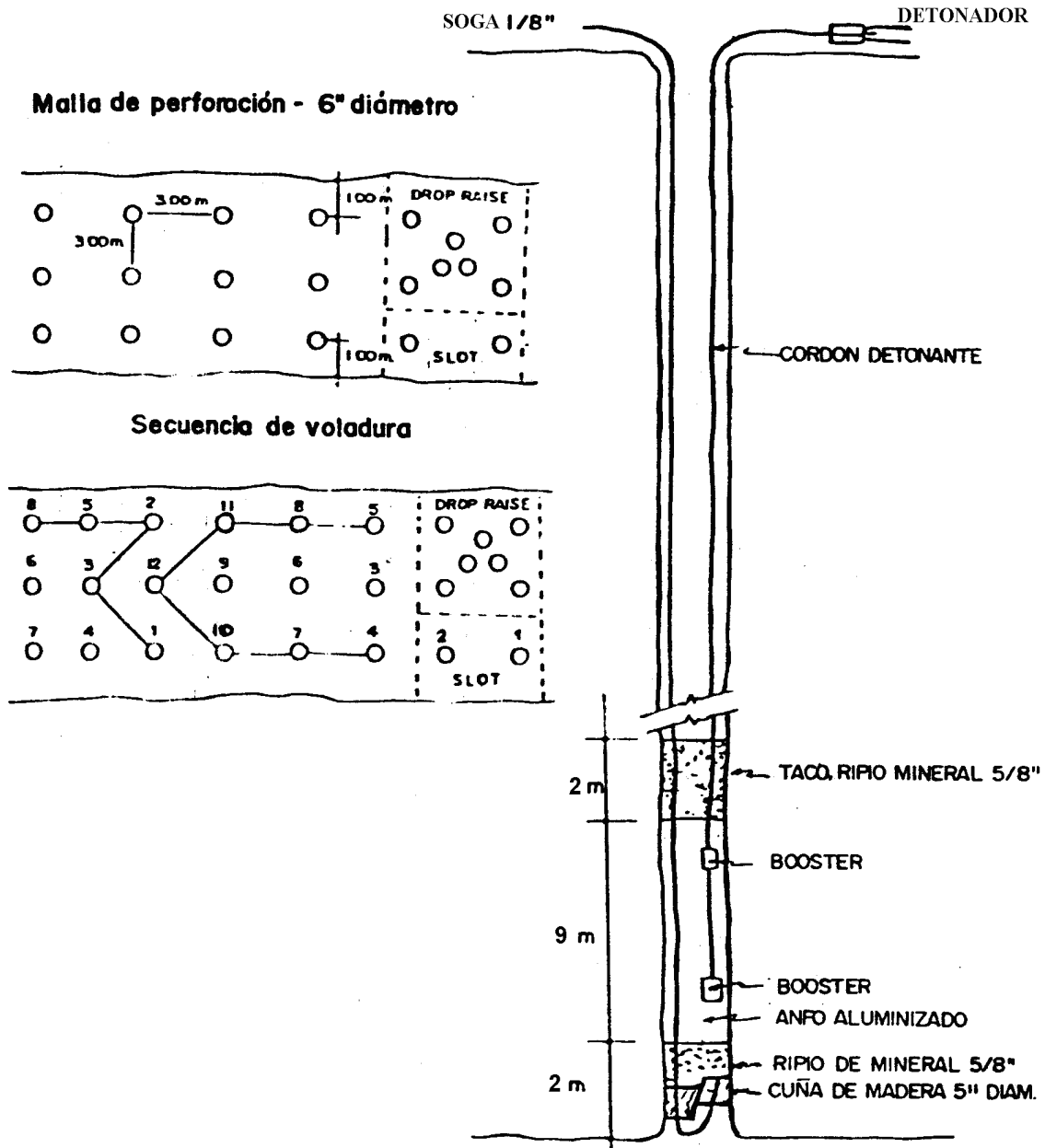
Esta secuencia de voladura sucesivas ascendentes se repite varias veces para ir generando la cara libre y adelantada a las rebanadas de producción.



Una vez perforado el rajo, puede procederse a la voladura, empezando por el drop raise y luego el slot (extensión del drop raise hacia las paredes de la estructura) y finalmente las rebanadas de producción (ver secuencia chimenea adelantada a producción).

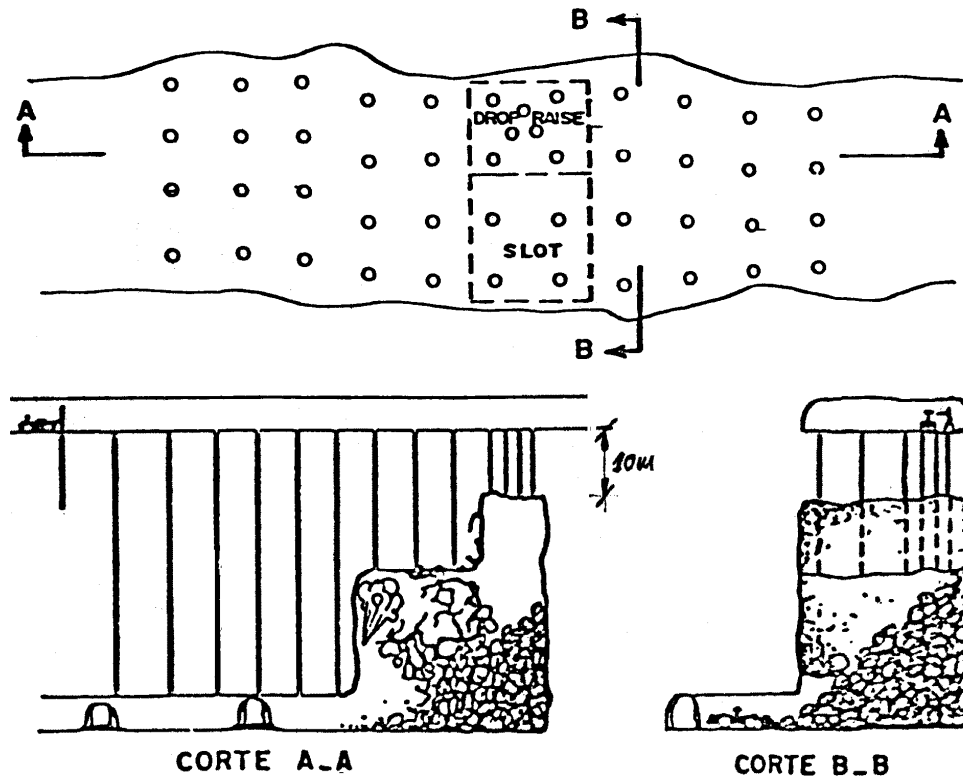
BANCO

CARGUIO DE UN TALADRO-6" DIAMETRO



En las voladuras de producción se perfora desde la cámara superior (CS) hacia la cámara inferior (CI) toda la serie de taladros cubriendo el ancho de la cámara y disparándolos en pegas sucesivas ascendentes, en tramos de 13 m, se forman cráteres (de ahí el nombre del método) que se solapan definiendo un techo los más regular posible. Esta secuencia se repite varias veces hasta completar la altura del rajo. Luego se continúan las voladuras según la corrida o rumbo hasta completar la longitud del rajo. Este tipo de voladura se asemeja a las voladuras en banco de las explotaciones a cielo abierto.

En las figuras se aprecia el sistema de carguío tanto para chimenea como para los taladros de producción. El sistema es muy similar para ambos casos, con la diferencia de que la chimenea se carga para rebanadas de 5 m, y para los de producción la rebanada es de 13 m.



Secuencia de chimenea adelantada a producción

Para tener una sola cara libre que es hacia abajo, la chimenea se carga con explosivo de mayor potencia como del tipo slurries (barros explosivos), en tanto que para las voladura de producción se emplea Anfo aluminizado, además de cordón detonante, detonadores, tacos y booster. La mayor longitud de la rebanada de producción hace necesario usar dos booster contra uno solo que se usa para la chimenea.

Con el fin de permitir la carga del taladro se usan cuñas de madera cilíndricas cortadas diagonalmente para poder ajustarse usando sogas de yute como se aprecia en el croquis sobre voladura.

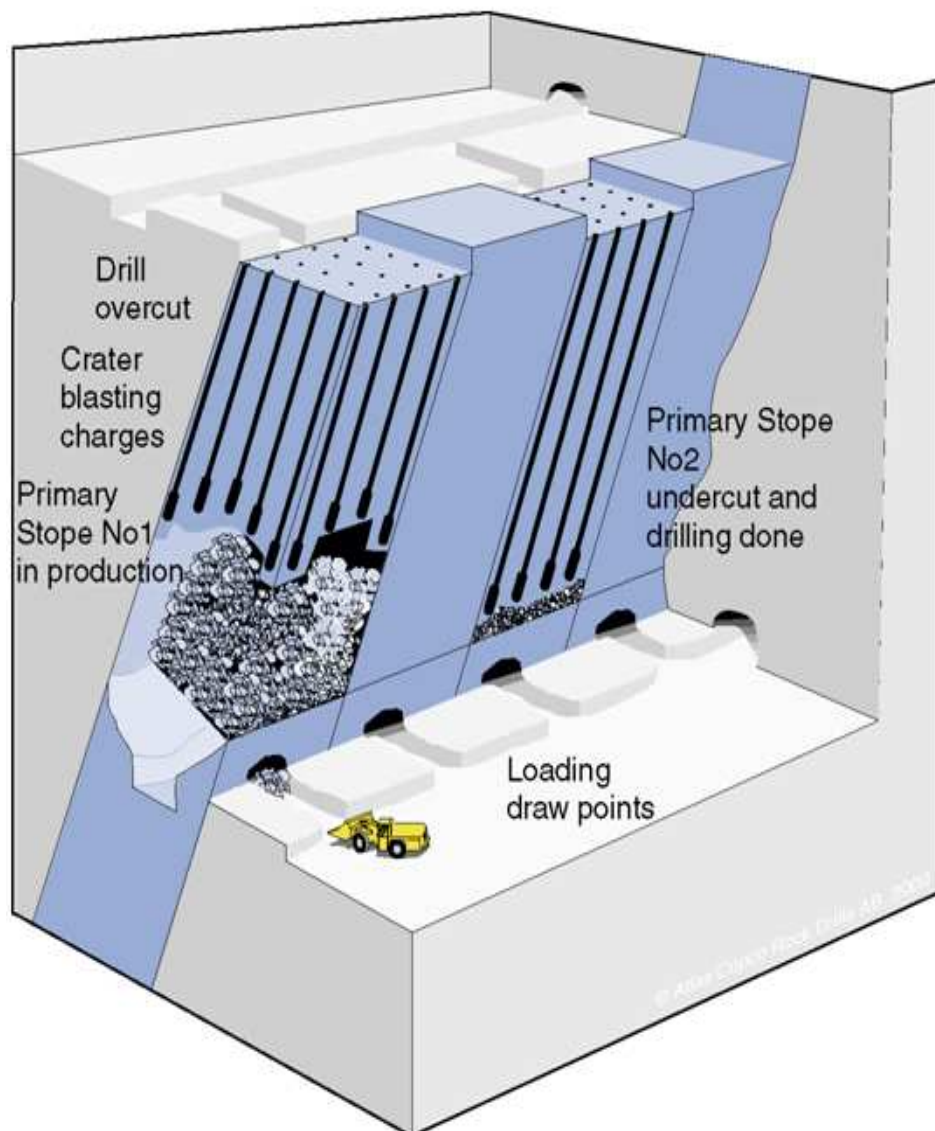
Como taco se usa material fino (- 5/8") tanto encima como por debajo de la carga explosiva de 2 m de altura.

El carguío y disparo se efectúan de tal manera que las rebanadas van produciéndose de abajo hacia arriba.

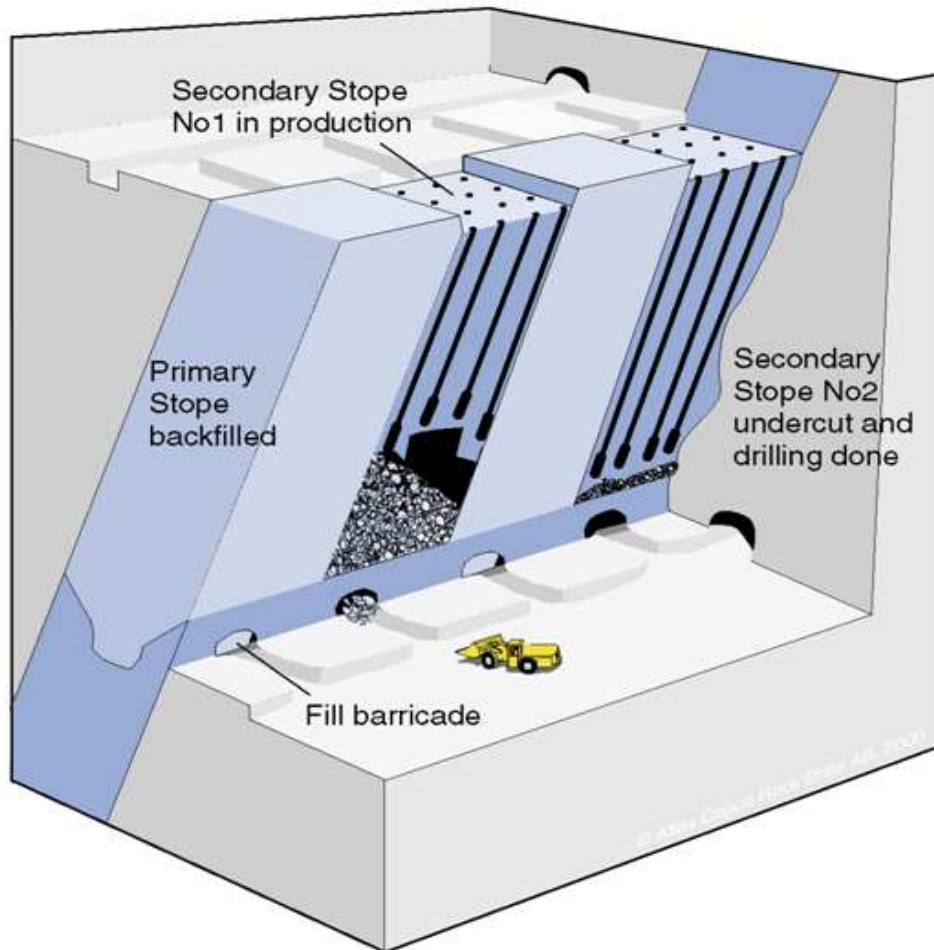
El material volado cae sobre el under cut (cámara de recepción) y forma un talud natural para desplazarse hacia los costados y salir por los cruceros para su extracción por la galería lateral. Este talud natural es recuperado al final de la explotación usando scooptram guiados a control remoto, debido a que el operador estaría expuesto a un techo demasiado alto.

Como regla general es recomendable que el orden de explotación de los rajos sea desde adentro (final de la mineralización) hacia fuera, es decir en retirada haciendo más ágil la preparación y desarrollo de otras labores.

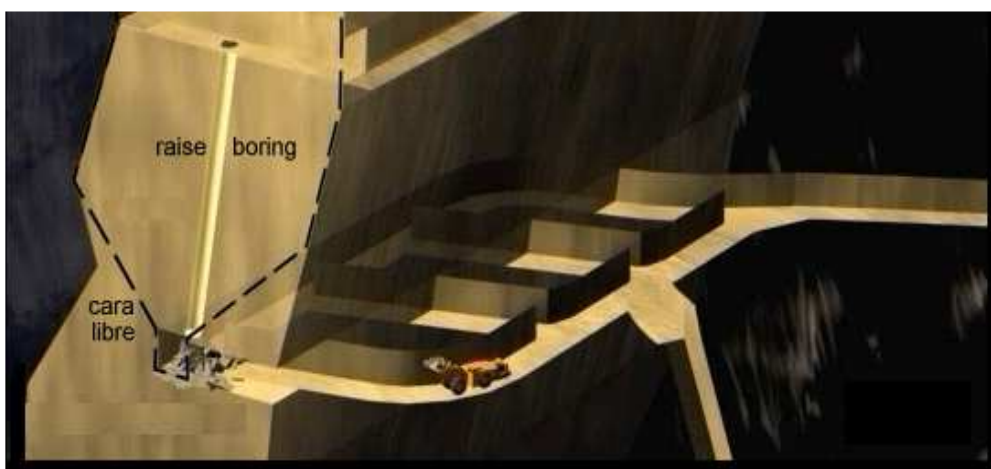
Una vez que se completa la explotación del rajo (100 m x 80 m x 4 m) se deja, según la corrida, un pilar de mineral de las mismas dimensiones que el rajo explotado y se procede a continuación a explotar otro rajo similar.



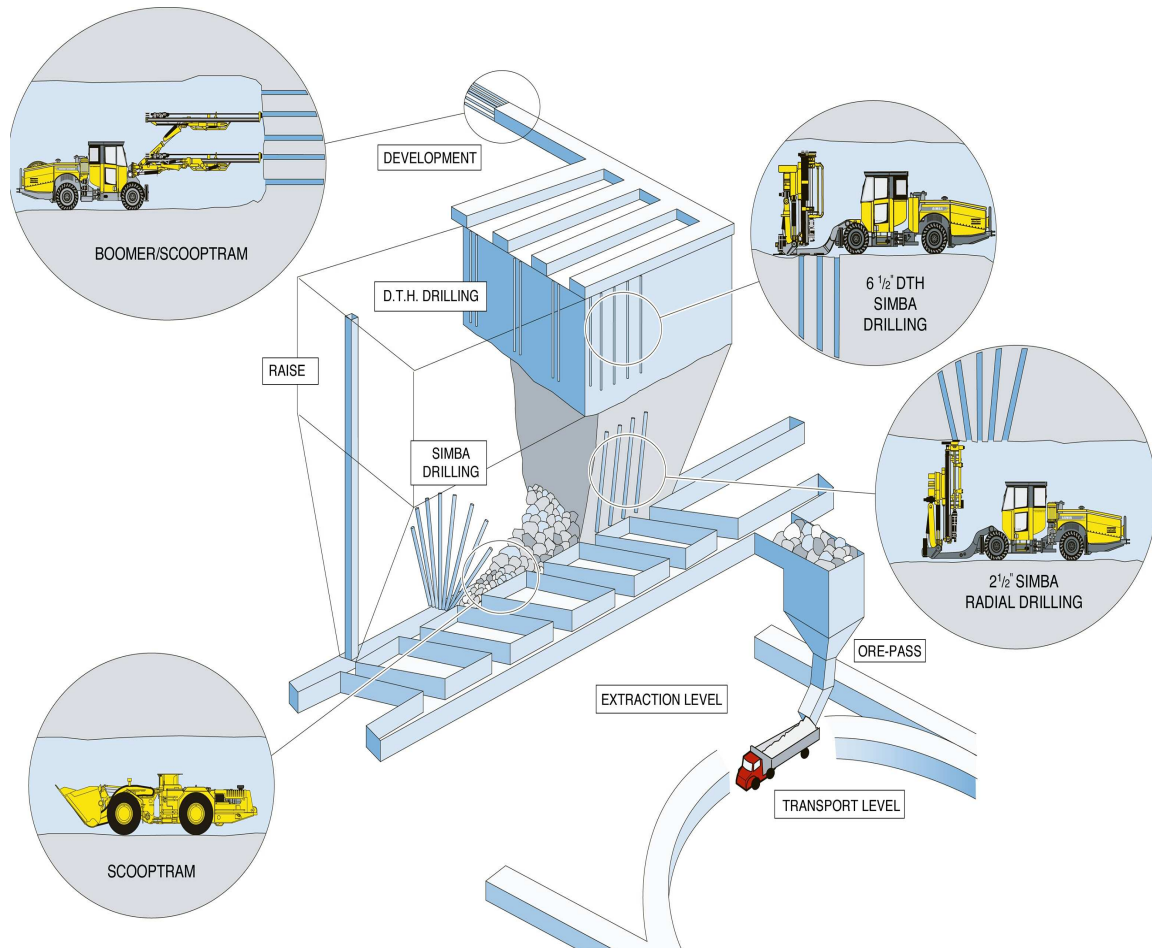
Una vez finalizada la explotación de los rajos, se procede a rellenarlos para luego empezar a explotar los pilares de mineral, y así sucesivamente, todo el cuerpo mineralizado.



La apertura de la cara libre también se puede realizar mediante sistema raise boring y perforación de ensanche mediante perforación en abanicos.



EQUIPAMIENTO



- Equipos Down The Hole (DTH) para taladros de 6"
- Jumbos Hidráulicos para el desarrollo y preparación.
- Volquetes de bajo perfil > 12 toneladas.
- Scooptram > 3 1/2 yardas cúbicas.

RECUPERACION DEL METODO. SELECTIVIDAD

- Buena recuperación (cuidar dilución) - no es selectivo (paredes regulares).

SEGURIDAD DEL METODO

- Buena seguridad.
- Buena ventilación.

RENDIMIENTOS. PRODUCTIVIDAD. PRECIOS. COSTOS

- Buen rendimiento y productividad (>35 t/h_t).
- Bajos costos de explotación.

MECANIZACION Y TENDENCIAS EVOLUTIVA DEL METODO

- Gran mecanización (perforación, carga y transporte).
- Realce o banqueo por subniveles.
- Realce sobre saca.
- Corte y relleno altamente mecanizado.

Nota: Este método de explotación tal cual se ha descrito no es usado en nuestro país, pero puede usarse como una variante de sublevel Stopping en condiciones geomecánicas muy óptimas. La perforación, la voladura y la extracción del mineral en este método son operaciones que tienen la mayor eficiencia posible, lo que permite que con poco equipamiento y escaso personal obtener los mejores rendimientos con bajos costos de explotación.