

579.8

los progresos recientes del material auxiliar en la perforación de galerías

GEORGES VIÉ, ingeniero

sinopsis

Es muy frecuente, en los trabajos de ingeniería civil, tener que recurrir a la perforación de galerías, principalmente en las obras hidráulicas, así como también en la construcción de ferrocarriles y carreteras en terrenos de relieve acusado. En todo trabajo subterráneo, que resulta, en general, bastante más caro que en el exterior, el problema dominante que ha de afrontarse consiste, no ya en la elección del método constructivo a adoptar, sino también en la del material auxiliar que debe emplearse en estas perforaciones para llegar a resultados prácticos que afectan directamente a la velocidad de ejecución y economía de la misma. Actualmente existe bastante material auxiliar para este tipo de trabajos, ya que, aparte la frecuencia con que se perforan galerías en obras de ingeniería civil, las explotaciones mineras han sido magníficos campos experimentales para el desarrollo de maquinaria auxiliar de explotación.

109

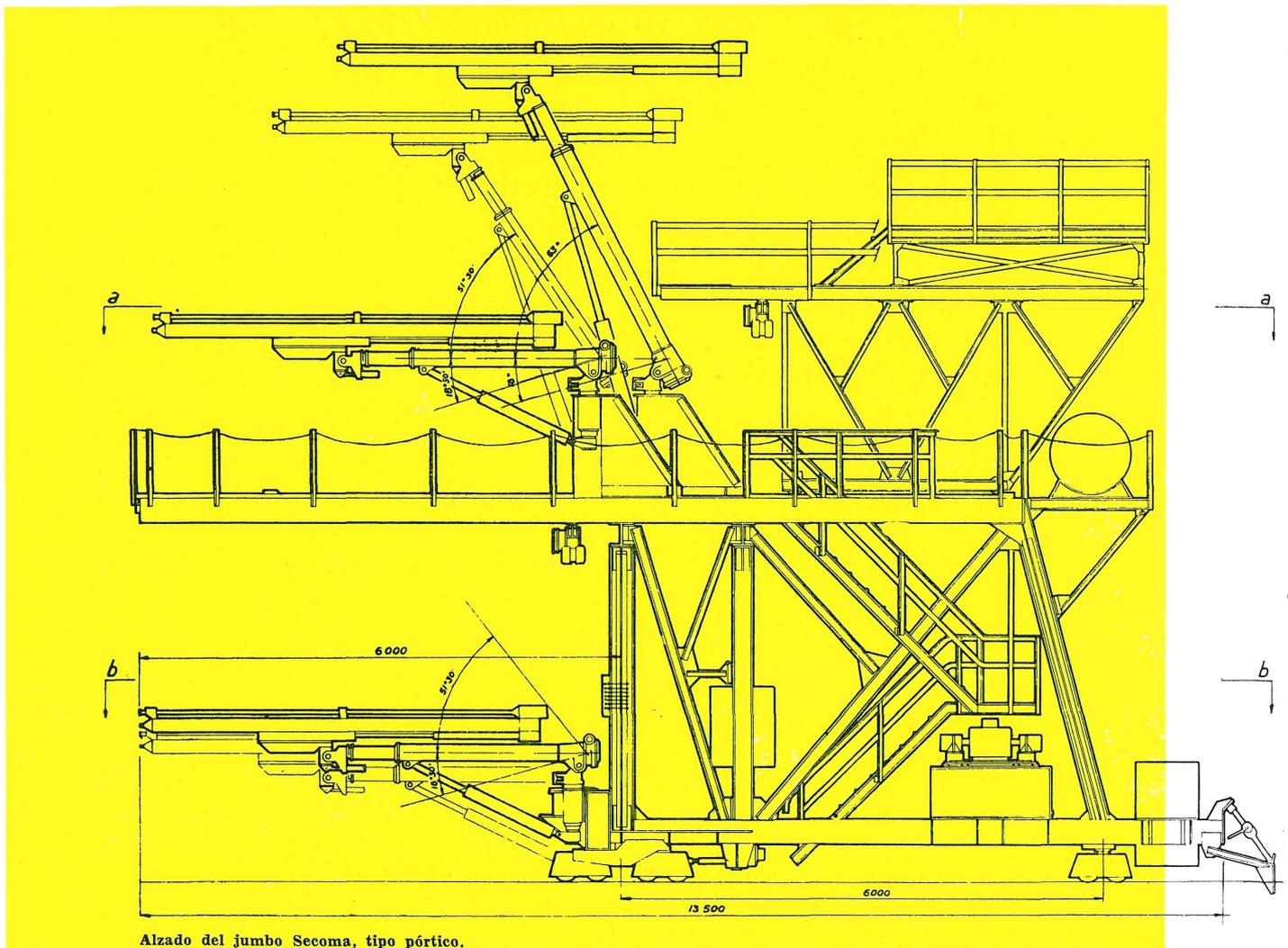
Se comprenderá, pues, la gran variedad que el comercio nos ofrece en este tipo de maquinaria auxiliar, cada día más perfeccionada y ambiciosa. Y como la mecanización constituye una poderosa arma para luchar contra las penosas labores subterráneas, la elección de la máquina apropiada para cada caso no es labor fácil. Antes de llegar a dicha elección será, por tanto, necesario tener una idea exacta de lo que se puede exigir a esta maquinaria. El autor ha expuesto una serie de tipos de máquinas empleadas en Francia, que cree pueden servir en el primer intento para la elección definitiva. Como es natural, no se ha pretendido llegar a una reseña exhaustiva, pero sí suficiente para los fines propuestos.

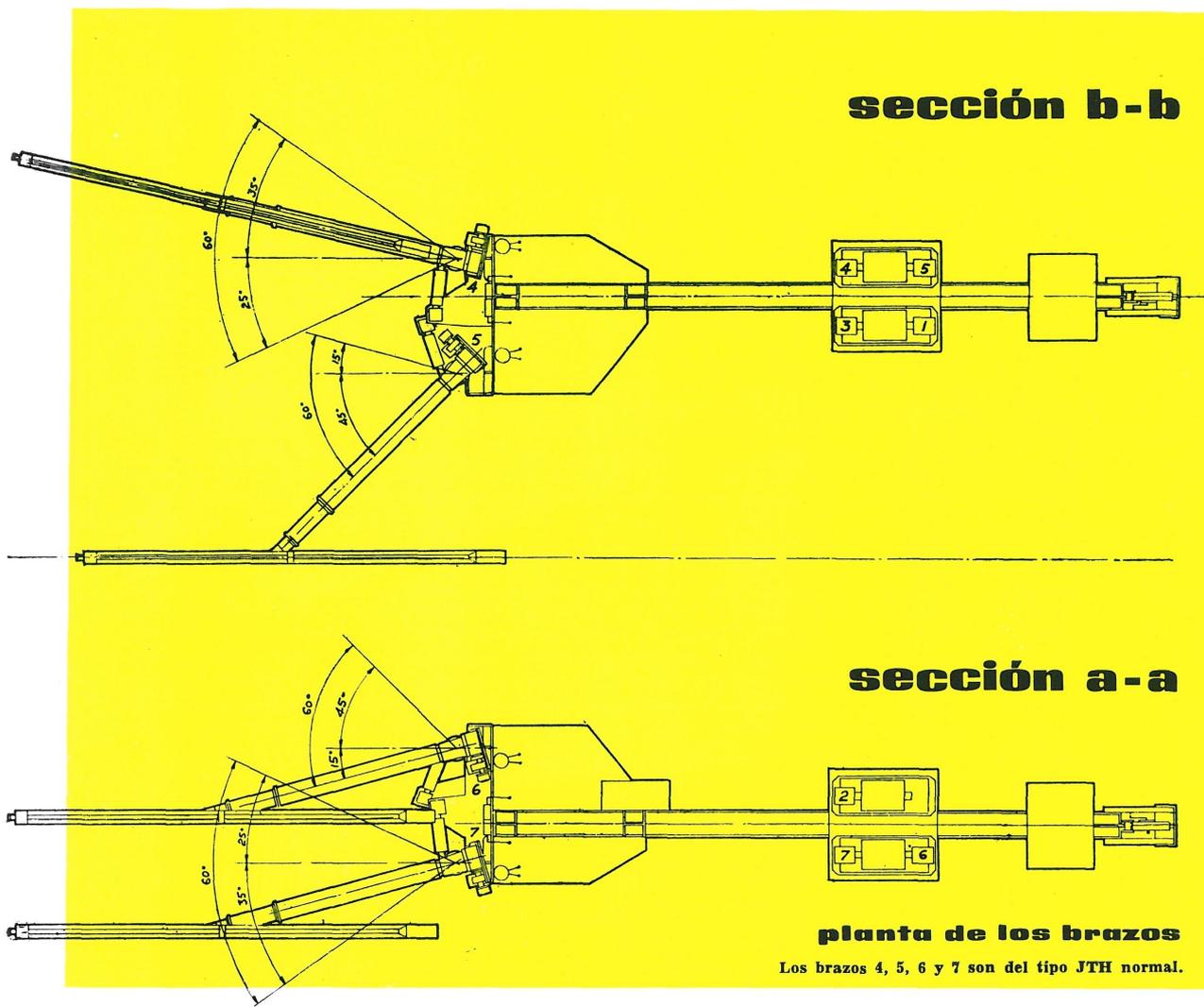
En los aprovechamientos hidroeléctricos, construcción de carreteras y ferrocarriles se plantea frecuentemente el problema de la perforación de galerías y, con él, el de la elección del material auxiliar y rapidez de ejecución si, como siempre ocurre, se trata de producir económicamente.

Cuando el ciclo de perforación es acelerado resulta corriente el empleo del «cuele» canadiense o el llamado «Burn cut».

El cuele canadiense se caracteriza por un tiro central, único, de gran diámetro (de 177 a 203 mm, es decir, de 7 a 8 pulgadas), de acuerdo con la dureza de la roca. El objeto de este tiro es el de desahogo en el frente. Además, en el esquema de tiro o pega se prevé una serie de taladros paralelos al eje de la galería, algunos de los cuales no se cargan. Estos tiros, de mayor sección que los cargados, en general, tienen por objeto lograr un espacio vacío en profundidad que servirá para la expansión y evitará que los materiales arrancados se proyecten excesivamente lejos durante la pega.

El material auxiliar ligero empleado últimamente no resulta ya utilizable, pues no se puede conseguir el paralelismo exigido en el cuadro de tiro ni los diámetros de los taladros de descarga, que son generalmente grandes.





Contrariamente, el material auxiliar pesado encuentra su aplicación más favorable en muchos casos, pero esto exige la presencia de los «jumbos» y supermartillos pesados en la perforación. A este sistema de perforación se le puede reprochar de perforar barrenos de gran diámetro en los tiros que no son de cuele.

Existe un tercer sistema que conjuga las ventajas del método pesado con los inconvenientes del ligero, y que se le ha denominado de sistema semi-ligero. Entre los jumbos pesados y ligeros distinguiremos los más corrientemente empleados en Francia en las distintas perforaciones realizadas por E. D. F.

Jumbos pesados

En la perforación de la galería de Méés, de 82 m² de sección, la empresa constructora utilizó un jumbo, tipo pórtico, de siete brazos.

En la galería de Saint Georges de Conmiers, de 5 km de longitud y de 40 m² de sección, se emplearon dos jumbos, tipo pórtico, equipados con cunas deslizantes.

En la galería de Curbans, del salto de Serre-Ponçon y de 9 km de longitud y de 70 m² de sección, se utilizaron dos jumbos, montados sobre orugas, hidráulicos y provistos de tres brazos.

El canal de desagüe, en galería, y la central subterránea de Curbans se perforaron con un jumbo, tipo pórtico, de cuatro brazos, y otro, de tres brazos, montado sobre orugas.

La galería de Népes, de Candes, salto de Cère II, de 18.200 m de longitud y de 16 m² de sección, se perforó con un jumbo montado sobre carril y provisto de cuatro brazos.

Todas estas máquinas son de fabricación SECOMA, con licencia SOTIM.

Estos tipos de jumbo habían sido empleados precedentemente en perforaciones realizadas en Hong-Kong, y en el túnel del Mont-Blanc.

La perforación realizada con estas máquinas, montadas sobre vía férrea, neumáticos u orugas, tiene como fuente de energía la electricidad o su transformación en aceite a presión y aire comprimido. Los martillos sobre estas máquinas perforan a percusión, rotación o roto-percusión. El número de brazos de cada una de estas máquinas depende de la sección del frente de perforación.

Además de estas máquinas, de tipo general, existen otras especiales para trabajos de orden particular, tales como:

El jumbo para perforaciones de gran altura, de hasta 10 m; jumbo para los casos en que se fortifica por medio de pernos anclados en el techo, y jumbos de tipo mixto montados sobre un «bulldozer».

En la perforación de un túnel de 11 m de diámetro se ha utilizado un jumbo provisto de telemando hidráulico. En este tipo, las plataformas pueden extenderse convenientemente para dar acceso a cualquier parte que se ha de perforar. El carro superior puede avanzar respecto del inferior para permitir iniciar la carga durante la perforación de la parte inferior. La parte central de este jumbo se ha dejado libre para el paso de las vagonetas cargadas de escombros.

El jumbo empleado en la perforación de la galería de Cère, entre Escaumels y Candes, tiene por bastidor un cajón de lámina de acero de 10 a 20 mm de espesor que se apoya sobre dos bogies de ruedas locas para vías de 760 mm de trocha. La estabilidad de esta máquina se obtiene con dos gatos accionados manualmente y dos grapas que se fijan a los carriles. En su interior se ha montado un supermartillo Ingersoll DHD (Drill Master), para perforaciones del tiro central, de 200 mm de diámetro, provisto de una cabeza en forma de cruz, de carburo de tungsteno. El chasis lleva, en su parte frontal, una plataforma de trabajo en la que se ha montado el martillo que perfora el tiro de cuele. Con objeto de perforar los tiros laterales al del cuele, la plataforma frontal es extensible.

Al chasis de este tipo de jumbo se unen cuatro brazos JTH, cortos, provistos de:

- 1) Un pivote soldado o atornillado al chasis y un cubo que actúa como muñón sobre el pivote.
- 2) Un brazo articulado por un doble cono en la extremidad superior del cubo.
- 3) Una flecha telescópica con carrera de 1.030 mm, con dispositivo para su alargamiento accionado por un tornillo sin fin que trabaja por medio de un motor hidráulico, reversible, de 3 CV., y un dispositivo para la rotación de la pluma accionado con rueda dentada y tornillo sin fin tangente, que trabaja con un motor hidráulico de 3 CV. y un reductor.

En la parte posterior del brazo se han montado:

- a) Un gato hidráulico, de doble efecto, para elevar el brazo de 120 mm de diámetro.
- b) Un cajón para soportar la cuna de deslizamiento, articulado en la extremidad frontal de la pluma telescópica, que asegura simultáneamente el movimiento de la cuna para su anclaje al bloque (con carrera de 450 mm) y la orientación de la cuna por rotación alrededor de dos ejes ortogonales independientes.

Cada brazo se alimenta por medio de una central hidráulica que comprende:

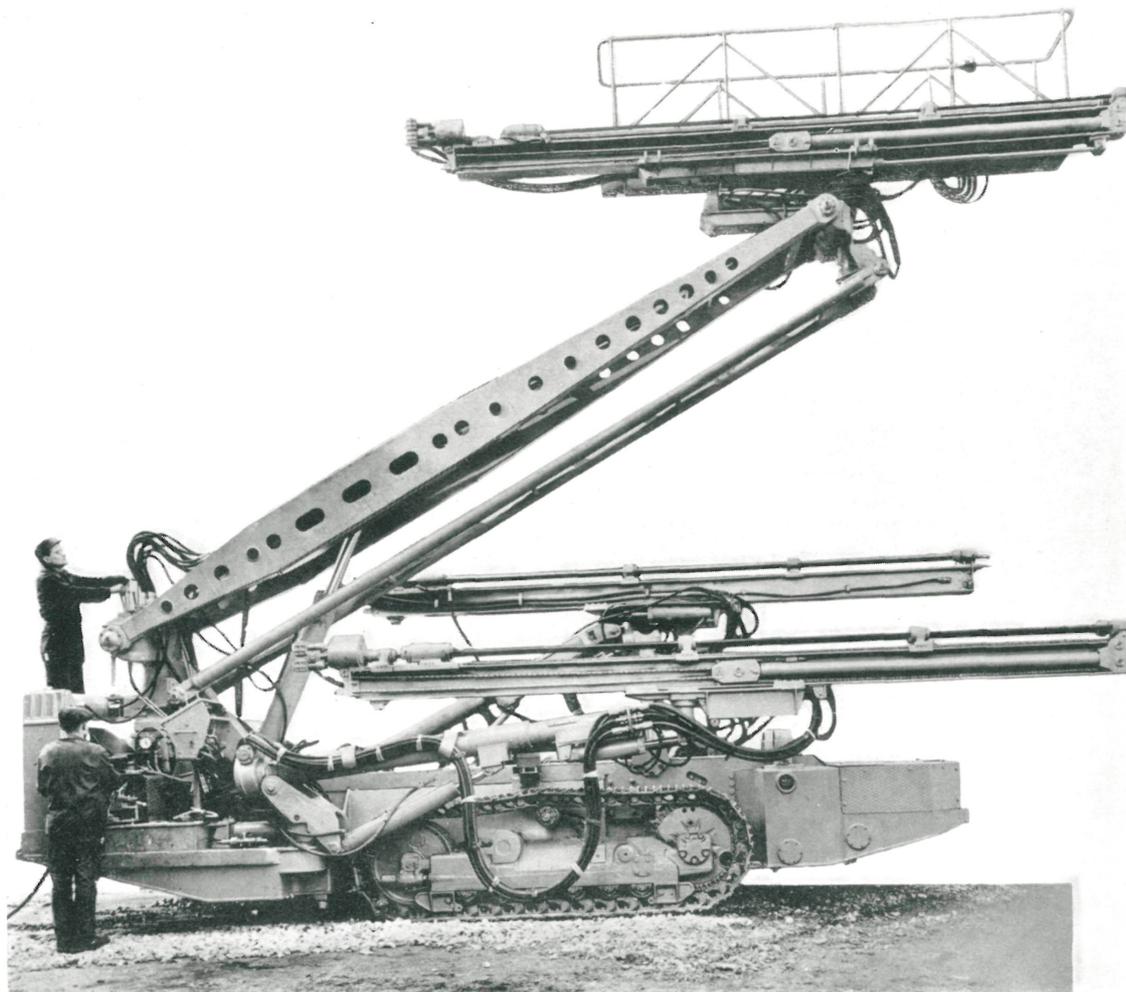
- 1) Un motor de aire comprimido, de 6 CV. y 1.800 r. p. m., que se acopla elásticamente a una bomba hidráulica de 25 l/min a 70 kg/cm².
- 2) Un cuadro de telemando para los siete movimientos del brazo y para la orientación de la cuna, provisto de manguitos y tubería de goma.

Cada brazo se ha equipado con un supermartillo instalado sobre la cuna, de 3,15 m de carrera útil, que dispone de un dispositivo de seguridad. La distribución del aire comprimido se hace partiendo de un equipo neumático provisto de un depósito regulador.

Los cuatro martillos montados en el jumbo disponen de todo lo necesario para la inyección de agua y son del tipo Meudon, de 50 kg de peso.

La alimentación del jumbo en aire comprimido se asegura con dos canalizaciones paralelas, de 150 mm de diámetro, provistas de juntas Victaulic y cuatro compresores Ingersoll de 125 CV. La potencia total necesaria para esta máquina es de 500 CV.

La presión ordinaria de trabajo es de 7 kilogramos por centímetro cuadrado.



Jumbo Secoma utilizado por E. D. F. en la galería de Curbans.

Si se trata de una galería de 14,3 m² de sección, excavada en roca granítica, el número de tiros necesario para la pega es de 44, de 3 m de longitud y de 35 mm de diámetro. El tiro de cuele tiene igual longitud, pero su diámetro es de 203 mm. De reducirse el grado de dureza de la roca, el diámetro del cuele es de 177 mm. El martillo «Drill-Mester» DHD 400 perfora el taladro para el cuele mientras los otros martillos terminan los taladros de 35 mm y 3 m de longitud; esta operación se ejecuta en unos 90 minutos.

Al empezar los ensayos realizados con este material, un ciclo completo de perforación necesitaba 5 horas, pero posteriormente este tiempo se redujo considerablemente. Los avances obtenidos en el mes de octubre de 1963 fueron de 228 m con la colocación de 118 cuadros de entibación; en noviembre se perforaron 242 m y se colocaron 74 cuadros; en diciembre, 272 m y 42 cuadros, y en enero de 1964 se perforaron 330 m y se colocaron 41 cuadros.

En los primeros ocho días de enero de 1964 se perforaron 120 m a través de granito sano y sin entibación, consiguiéndose una media de 15 m por día. El día de mayor avance fue de 18 m. Se estima que la colocación de un cuadro equivale a 1 m de avance.

Los americanos han insistido siempre sobre las ventajas del cuele canadiense. La ventaja de este cuele consiste en el diámetro de 100 a 200 mm de los tiros. En Europa, estos tiros se han perforado, durante mucho tiempo, con un diámetro muy reducido y bocas de carburo de tungsteno. Una nueva tendencia consiste en perforar simultáneamente tres tiros, de 100 mm de diámetro, dispuestos en triángulo y paralelos al eje del esquema de tiro.

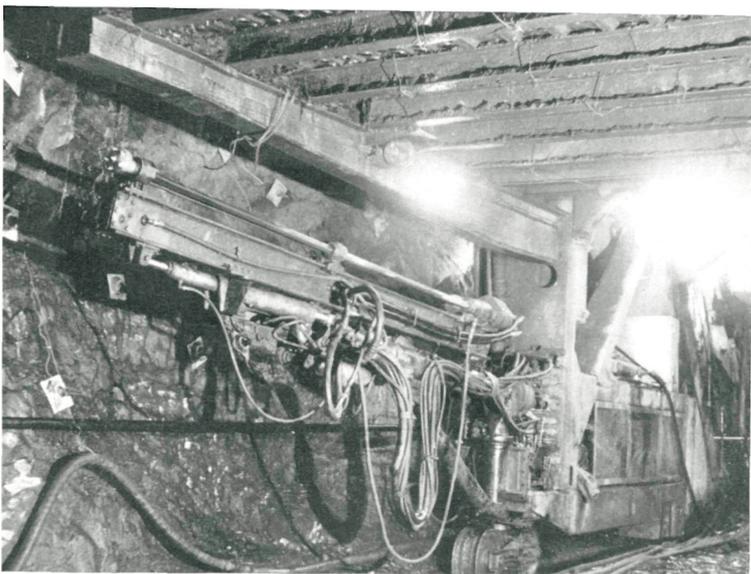
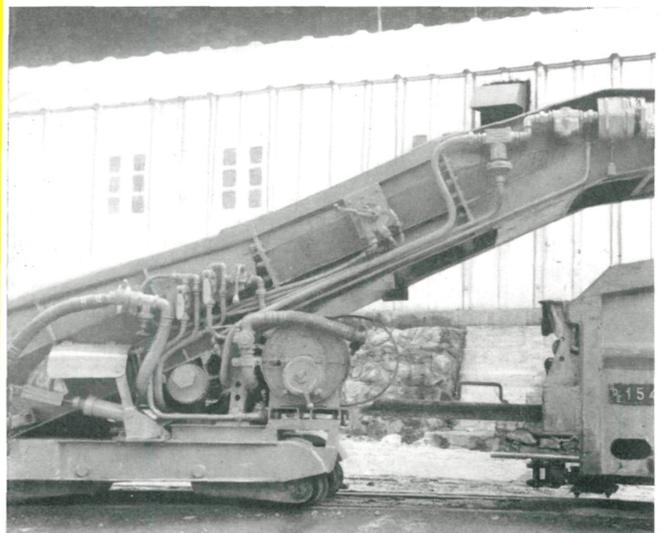
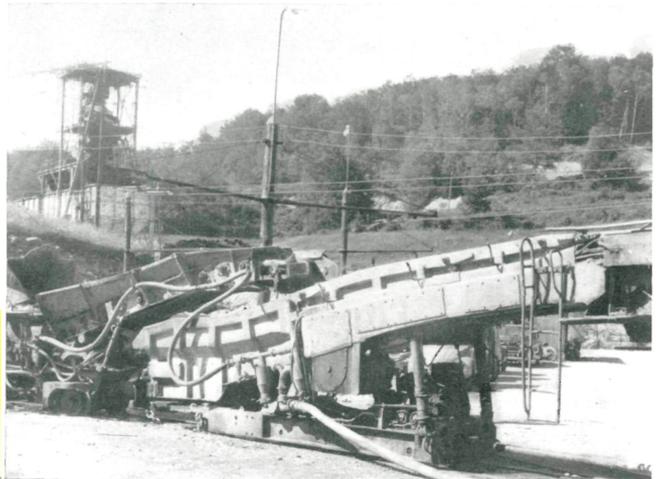
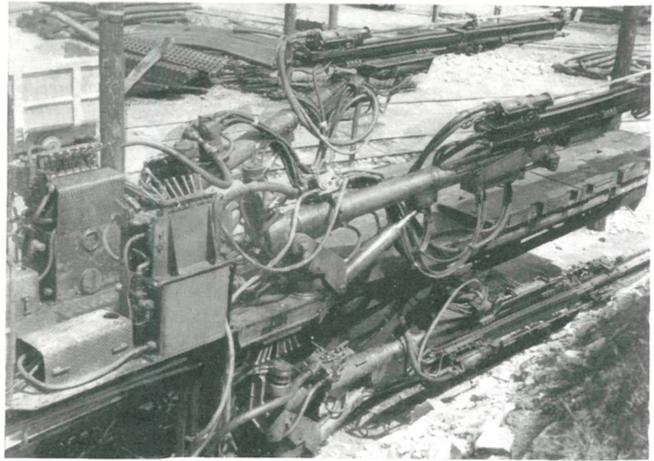
Jumbo Secoma utilizado en la galería de Candes.
 Cargadora de escombros empleada en la galería de Cère II.
 Cargadora Sotim-Car.
 Mandos para la maniobra de la cargadora mecánica.

Para la perforación de la galería de Curbans (Alpes), de 90 m² de sección, a través de un banco de calizas margosas del Lias, de sección semicircular, y de 9 m de diámetro, se empezó abriendo una galería-guía, en la parte superior, de 2,50 metros de altura, 2 m de anchura y que necesitaba 14 tiros por pega.

La destroza se ejecuta después con una pega de 54 tiros de 40 mm de diámetro. Los martillos trabajan con rotación y taladran tiros de 4 m de longitud con una velocidad de 2 m por minuto. La carga de estos 54 barrenos requiere una hora de tiempo. La perforación la aseguran tres jumbos idénticos, de tres brazos, equipados con barrenas rotativas con boca en forma de cruz.

En la galería de Candes (Lot), el escombros se carga con pala EIMCO 40, equipada con cuchara de 360 litros, alimentada con aire comprimido, maniobrando a razón de 7 ciclos por minuto y depositando el escombros en una tolva SOTIM, de 3,6 m³ de capacidad, que se utiliza para la carga de vagones Arbel, basculantes lateralmente y de 3,6 m³ de capacidad, mientras que en la galería de Curbans, la carga de escombros se realiza por medio de dos palas eléctricas EIMCO 105, con una capacidad de 540 m³ por hora.

El transporte del escombros al exterior corre a cargo de 10 locomotoras Diesel Moncalvi, gracias a la depuración de los gases procedentes del escape. Como esta



Jumbo empleado en la perforación de la galería de Georges.



Tramo revestido de la galería de Golinhac.

jumbo semi-ligero

La casa Montabert, de Lyon, ha desarrollado un nuevo tipo ligero que presenta algunas particularidades respecto de los llamados ligeros. Las más esenciales son: acceder a cualquier sitio y, con ello, lograr una sección geométrica más perfecta; simplificación de movimientos; automatismo de algunas maniobras; alumbrado por medio de central propia; etc. A este nuevo tipo de jumbo se le ha denominado Pantofore.

fortificación del techo por medio de pernos

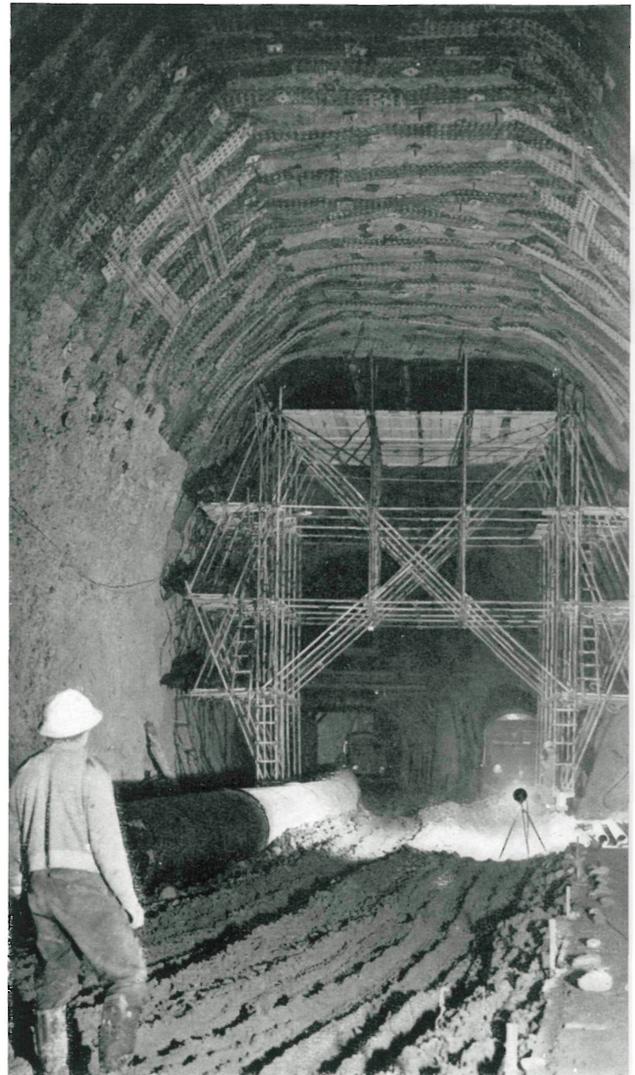
Cuando se presentan lisos de menor importancia en el techo, la fortificación se efectuará, con notable ventaja, con pernos que se anclan en el banco rocoso sano y se inyectan, después de colocados, con una le-

galería tiene un techo inseguro, ha sido necesaria la colocación de pernos de anclaje y una red de metal estirado para protegerse del techo y hastiales. Cuando es necesario, la entibación se hace con cuadros metálicos de sección en doble T, de 1.200 kg de peso cada uno, subdivididos en tres partes, unidas entre sí por medio de bridas.

La perforación se ha realizado por medio de un jumbo SECOMA, tipo pórtico, de cuatro brazos. Otro jumbo, de menor tamaño, provisto de tres brazos y montado sobre orugas, asegura la perforación del hueco que deja el pórtico. De esta forma se pueden taladrar, en 40 minutos, 100 barrenos, de 3 m de longitud, con martillos rotativos.

Cuando se fortifica el techo con pernos se utiliza el jumbo pequeño para taladrar los agujeros para el anclaje de los pernos de sujeción. Este jumbo lleva en la parte superior una pasarela, la cual sirve de andamio para los obreros que han de anclar y apretar los pernos de sujeción.

Una boca de barrena puede ser aguzada hasta 12 veces sucesivas después de haber taladrado 80 m cada vez, es decir, que puede taladrar una longitud total de 960 m. En 32.000 m perforados, con un diámetro de 40 mm, sólo se rompieron cuatro barrenos de 32 milímetros de diámetro.



Andamio para reforzar el techo con pernos de fijación y malla de metal estirado.



Montaje en taller de un jumbo Secoma, tipo pórtico, utilizado en la perforación de un túnel en Hong-Kong.

Entibación con cerchas metálicas en la galería de Golinhez.

chada de cemento. La resistencia con estos pernos lograda es del orden de 40 kg/cm^2 a los 7 días, de 60 kg/cm^2 a los 28 y de 80 a 100 a los 90 días, tratándose de tracción; pero en compresión, la resistencia es de 100 a 160 kg/cm^2 a los 7 días, de 230 a 280 a los 28 días y de 380 a 420 kg/cm^2 a los 90 días.

Existen varios tipos de pernos de fijación y, entre ellos, el denominado Perfo, que consiste en un manguito formado por dos semicilindros perforados cuyo diámetro interior varía de 27 a 31 mm. Antes de reunir estas dos partes se rellenan con mortero de cemento, y se fijan enrollando alambre en su alrededor. Después de introducir este manguito en el taladro se mete el perno, escaando el mortero por los agujeros y asegurando así la adherencia con la caña del taladro preparado previamente.

Fotos: H. BARANGER - París y A. R. DE CERTEAU



Les progrès récents du matériel auxiliaire pour la perforation de galeries

Georges Vié, ingénieur.

Il est très fréquent, dans les travaux de génie civil, de devoir procéder à la perforation de galeries, principalement pour les travaux hydrauliques, mais aussi pour la construction de chemins de fer et de routes en terrains de relief accusé. Dans tout travail souterrain qui résulte, en général, plus coûteux qu'à l'extérieur, le problème dominant auquel on doit faire face n'est pas seulement le choix de la méthode de construction à adopter, mais aussi le choix du matériel auxiliaire qui doit être employé pour ces perforations, afin d'arriver à des résultats pratiques qui affectent directement la vitesse et l'économie de l'exécution.

Il existe, actuellement, une quantité suffisante de matériel auxiliaire pour ce type de travaux, car, mise à part la fréquence des galeries perforées pour les travaux de génie civil, les exploitations minières ont été de magnifiques champs d'expériences pour le développement d'engins auxiliaires d'exploitation.

On comprend donc que le commerce offre une grande variété de ce type d'équipement mécanique auxiliaire, chaque jour plus perfectionné et ambitieux. Et comme la mécanisation constitue une arme puissante pour lutter contre les pénibles travaux souterrains, le choix des engins appropriés pour chaque cas n'est pas une tâche facile. Avant de procéder à ce choix, il sera donc nécessaire d'avoir une idée exacte de ce que l'on peut exiger de ces engins. L'auteur a présenté une série de types d'engins employés en France, qui, pense-t-il, peuvent servir à un premier choix avant le définitif. Comme il est naturel il n'a pas prétendu présenter un inventaire étendu, mais si, suffisant pour les fins recherchées.

Recent progress in drilling equipment for underground work

Georges Vié, engineer.

In civil engineering the drilling of underground galleries is a common occurrence, especially in hydroelectric projects and also in the construction of railways and roads. In planning a project, one of the main questions is how to carry it out not only in the quickest time, but also in the cheapest possible manner. Hence the choice of the right equipment is of paramount importance, especially so in underground excavations, where the excavation itself is more costly.

At present there is quite a variety of equipment for this type of work, for in addition to its widespread application by the civil engineer, the mining industry has developed its use in a very extensive manner.

Every day new developments and improvements are available to the user of such equipment, which make possible the undertaking of more ambitious and difficult tasks. Thus the choice of the best possible machinery is not an easy matter, for in this type of underground work the mechanical aids are decisive in their usefulness. Before selecting an item of machinery it is necessary to know precisely its performance, and the task that it is required to do. The author describes a number of machines now in use in France, which he thinks may serve as a first step in selecting the right equipment. No attempt has been made at making an exhaustive analysis of the problem: it is merely intended to provide some guidance to potential users of underground drilling equipment.

Fortschritte im Arbeitsmaterial zur Ausgrabung von Schächten

Georges Vié, Ingenieur.

Es kommt ziemlich oft vor, dass man im zivilen Ingenieurbau, besonders im Wasserbau, auf die Aushebung von Schächten zurückgreifen muss. Dasselbe gilt auch für den Bau von Eisenbahnlinien und Strassen in hügeligem Gelände. Jegliche Arbeiten unter Tage, die an sich schon teurer sind als die Arbeiten über Tage, bringen nicht nur Probleme rein konstruktiver Art mit sich (Wahl der Baumethode), sondern auch in besonderem Masse Probleme, die das Arbeitsmaterial betreffen, das bei diesen Aushebungen verwendet werden muss, um praktisch sichtbare Erfolge, wie schnellere Ausführung und Einsparung an Arbeit, zu erzielen.

Heutzutage verfügen wir über eine ziemlich grosse Auswahl von Geräten für diese Art von Arbeiten, da, abgesehen von der Häufigkeit von Schachtaushebungen, die Bergwerkschächte ausgezeichnete Versuchsobjekte zur Entwicklung derselben waren.

Man versteht also, woher die grosse Auswahl an Maschinen herkommt, die uns im Handel in immer vollkommeneren und ergeizigeren Formen angeboten werden. Und da die Mechanisierung eine mächtige Waffe im Kampf gegen die mühseligen Arbeiten unter Tage darstellt, ist die Auswahl der geeigneten Maschinen für jeden einzelnen Fall gar nicht so einfach. Bevor man also an die Auswahl herangeht, ist es unbedingt notwendig, vorher genau zu wissen, was man von solch einer Maschine verlangen kann. Der Author dieses Artikels hat eine Reihe von Maschinentypen beschrieben, die in Frankreich verwendet werden, und von denen er glaubt, dass sie für den ersten Versuch einer endgültigen Wahl nützlich sein können.

Natürlich hat man keinesweg versucht, eine erschöpfende Abhandlung über dieses Thema zu geben, sondern nur eine ihrem Zweck angepasste Ausführung.