



PATENTE DE INVENCION

403744

403744

| |
|-----------------------|
| SECCION TECNICA |
| CLASIFICACION I. P. C |
| CLASE _____ |
| SUBCLASE _____ |

| |
|--------------------------|
| Int. Cl.º: <u>E 21 C</u> |
| |
| |

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"SISTEMA PERFECCIONADO PARA LA EXCAVACION RAPIDA DE UNA ROCA".

Solicitante: La compañía norteamericana: PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY, con domicilio en 2700 -- Merced Street SAN LEANDRO, California 94577 (U.S.A.).

Inventor: D. Charles Stuart Godfrey, norteamericano.

403744



Esta invención se refiere a un método de fracturación de rocas y a un aparato de excavación rápida.

Las técnicas que se han desarrollado consisten en el barrenado, la voladura, la carga y la extracción. Se han desarrollado máquinas para la carga y la extracción de las rocas quebrantadas para servir adecuadamente las demandas bajo condiciones de trabajo variables. Las herramientas y técnicas de barrenado y voladura han sido también mejoradas, y sin embargo no es todavía posible la formación de túneles con suficiente rapidez, tal como para la realización de autopistas y ferrocarriles subterráneos.

Un factor primordial en el tiempo necesario para la formación de los túneles con ayuda de las técnicas actuales es el peligro inherente a la voladura y la necesidad de retirar toda la maquinaria del área de voladura antes de que las operaciones de carga y extracción puedan ser reanudadas. Luego las operaciones de barrenado preparan el lugar para otra voladura. Lo que se precisa es una técnica para la formación de túneles que permita el trabajo continuo de quebrantamiento de la roca de la vía del túnel con las operaciones de carga y extracción concurrentes.

Se ha desarrollado máquinas de barrenar para excavar túneles en roca blanda, tal como de esquisto, con operaciones de carga y extracción concurrentes, y se ha usado chorros de agua a presión y a baja velocidad para lograr una excavación rápida en materiales blandos, tal como en la hulla bituminosa. Hay ahora una gran necesidad de alguna técnica que permita el trabajo en continuo en la formación de túneles en roca dura.

Se ha sugerido que la formación de túneles a tra

403744



vés de roca dura sea realizado con chorros de hipervelocidad. Tales chorros han sido producidos extensamente con -- sistemas mecánicos (compresores, hidráulica, multiplicadores de presión, pistones, efectos de ariete). Parece ser --

5. que es de conformidad general que la presión de paralización del chorro de agua que choca contra la roca debería -- ser al menos diez veces la resistencia a la compresión no confinada de la roca para conseguir una penetración eficaz. Sin embargo la mayoría de los aparatos sugeridos en el pasado no han alcanzado este criterio para muchos tipos de --

10. silicatos o minerales densos que se puede encontrar. La -- Tabla 1 muestra las resistencias observadas en muchos tipos de rocas representativas.

TABLA 1

| 15. | Tipo de roca | Número de variedades | Resistencia a la compresión no confinada media |
|-----|-------------------------|----------------------|--|
| | Roca de silicato porosa | 5 | 1,0 Kilobar |
| 20. | Granito | 5 | 1,8 kilobares |
| | Periodita y otros | 5 | 2,0 kilobares |
| | Cuarzita | 1 | 4,6 kilobares |
| | Mármol | 5 | 0,8 kilobar |
| | Piedra caliza | 5 | 1,4 kilobar |
| 25. | Dolomita | 6 | 2,6 kilobares |

Los valores medios están comprendidos entre 1 y 2 kilobares. Ello implicaría la necesidad de unas presiones -- de paralización de al menos 10 a 20 kilobares. Sin embargo,

30.

403744



ninguno de los dispositivos de chorro de agua que han sido sugeridos permite alcanzar más de aproximadamente 7 kilobares.

5. Un objeto de esta invención es proporcionar un método y aparato mejorados para cortar y quebrantar las rocas en la excavación rápida de túneles y similares.

Otro objeto más es proporcionar una técnica para cortar y quebrantar las rocas con proyectiles de gran velocidad.

10. Estos y otros objetos de la invención son alcanzados usando cañones para lanzar proyectiles sólidos a gran velocidad de bajo coste y gran masa contra el frente de roca a excavar. Los cañones se encuentran separados a cierta distancia del frente para prever un espacio para una operación de retirada de los escombros en continuo que se aprovecha del modo en que se produce una cantidad relativamente pequeña de escombros en cada secuencia continua de disparos, y el modo en que se reduce al mínimo el daño causado a la roca que rodea a la excavación. Se lanzan disparos de proyectiles sucesivos a distancias óptimas de los

15. disparos anteriores para lograr la máxima retirada de la estructura intermedia entre un cráter o embudo existente producido por un disparo y un nuevo cráter producido por un disparo subsiguiente. Para controlar el daño producido

20. por los disparos próximos al borde de la excavación, se puede perforar pequeños barrenos o entallas a lo largo de una línea definiendo el borde de la excavación. Se utiliza como fuente de energía una mezcla explosiva de gas carbono

25. so y oxígeno. Una vez que se ha introducido una mezcla de oxígeno y gas en la recámara del cañón se enciende la deto

30.

403744



nación del proyectil por medio de una chispa eléctrica -
producida en la recámara.

5. Los nuevos rasgos que se considera caracterís-
ticos de esta invención son expuestos de manera detalla-
da en las reivindicaciones que se acompaña. Se comprende
rá mejor la invención con ayuda de la descripción que --
sigue al ser leída a la vista de los dibujos adjuntos.

Las figuras 1 y 2 ilustran un sistema destina-
do a ser usado en una excavación vertical.

10. La figura 3 ilustra un proyectil para ser usa-
do en el sistema de las figuras 1 y 2.

La figura 4 es un gráfico que muestra la masa-
de roca expulsada por los impactos de los proyectiles --
como función de la energía del proyectil.

15. Las figuras 5a y 5b ilustran en vistas en plan-
ta y alzado los cráteres formados por los sucesivos pro-
yectiles en puntos de impacto óptimamente espaciados.

20. Las figuras 6a y 6b ilustran en vistas en plan-
ta y alzado el control del daño resultante del impacto -
de un proyectil con agujeros barrenados.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un cañón-
destinado a la excavación rápida con proyectiles de alta
velocidad de acuerdo con la presente invención.

25. La figura 8 ilustra en una vista isométrica un
sistema para usar en una excavación horizontal.

30. Haciendo referencia ahora a las figuras 1 y 2,-
se muestra un sistema para la excavación rápida vertical,
tal como para un silo, de acuerdo con la presente inven-
ción que utiliza proyectiles de gran velocidad disparados
contra el frente de roca a excavar a una cadencia de --

403744



aproximadamente diez disparos por minuto. Las perturbaciones (ondas de choque, tensiones, etc) de un disparo - habrán desaparecido completamente cuando tiene lugar el siguiente disparo. Dado que la energía máxima liberada -
5. cada vez es limitada por la velocidad y la masa del proyectil, se consigue la fractura selectiva de la roca - - mientras se continua la operación de retirada de los escombros.

El sistema consiste en un castillete de perforación 10 montado sobre un agujero de guía previamente - perforado 11 (figura 2) por una gran grua consistente en un aguilón movible 12 equipado con cables y poleas, y -- conectado con la base de un brazo estacionario vertical- 13. Un torno 14 facilita la fuerza para el funcionamiento de la grua.
15.

Una vez colocado el castillete de perforación, se hace descender una plataforma 15 portadora de dos cañones 16 y 17 hasta que un alimentador de barrido rotativo 18 queda apoyado sobre la boca del agujero de guía 11 con un poste estabilizante 19 en el agujero. Para facilitar las operaciones al comienzo de la excavación, se ensancha la boca del agujero de guía a un diámetro mayor - que el diámetro de la plataforma, según se ha mostrado - en la parte superior de la excavación ilustrada en la figura 2.
20.
25.

Se hace descender la plataforma de excavación- 15 por medio de tornos (no mostrados) montados sobre el castillete de perforación. Previendo una pluralidad de - cables izadores de la plataforma, cada uno de ellos conectado con un torno diferente, se puede prever un servo
30.

403744

10



5. mecanismo para controlar los tornos y estabilizar la plataforma. La distancia entre la plataforma y el alimentador de barrido 18 puede ser fija o regulable para prever la distancia deseada entre los cañones y el frente de la roca que está siendo excavado, una distancia de menos de 12,19178 metros.

10. Los cañones son accionados por una mezcla de gas explosivo procedente de un sistema de combustible 20, preferentemente metano y oxígeno en la relación de dos moles de oxígeno por mol de metano (estequiométrica) inyectada dentro de la recámara de un cañón dado a una presión de 1/10 kilobar. Previo encendido por una chispa eléctrica, la presión se eleva a 1,5 kilobares, haciendo que se derrumbe un labio de cizallamiento de un proyectil, acelerando así el proyectil que pesa aproximadamente 1 kilogramo. Según un sistema práctico, los proyectiles tendrán un diámetro de 10 cm y serán fabricados con un material poco costoso. La figura 3 ilustra un proyectil práctico que comprende un cuerpo de hormigón 21 empotrado en una carcasa de plástico 22 que tiene un labio de cizallamiento anular o reborde 23.

15. 20.

25. Los cañones son disparados automáticamente a intervalos previamente programados y a emplazamientos de blanco servo-controlados. Un control de anulación manual permitirá flexibilidad en la distribución de los disparos cuando las condiciones lo requieran, y un sistema de enclavamiento impedirá realizar un disparo dentro del alimentador de barrido 18 cuando gira alrededor de una columna 25. Una cuchara de sondeo 26 arrastrada por un motor 27 recoge los escombros dentro de la columna cuando el alimenta-

30.

403744



5. dor barre a su alrededor. Un transportador en línea de can-
gilones vertical en la columna 25 eleva los escombros por-
encima de la plataforma 15 donde son vaciados dentro de un
conducto en espiral 29 que los conduce dentro de un cangi-
lón a través de una compuerta. Luego se eleva el cangilón-
a la superficie por medio de un elevador aéreo montado so-
bre una viga en I 31 y movido horizontalmente a lo largo--
de la viga para bascular los escombros dentro de un camión
detenido como se ha mostrado en la figura 1. En la prácti-
ca, se dispone un segundo sistema de cangilones para el --
llenado de un camión en otra estación. De este modo, se --
llenará un cangilón de escombros mientras descarga el - --
otro. La compuerta del conducto 29 puede ser cerrada auto-
máticamente mientras se hace girar el conducto de una esta-
ción de llenado del cangilón a otra.

15. Es de resaltar que, con la excepción de los caño-
nes y los proyectiles, el sistema así descrito para la rá-
pida excavación en continuo de roca dura emplea la maqui-
naria disponible usada de forma satisfactoria en las opera-
ciones convencionales de excavación minería y barrenado. -
Es de resaltar también que otras realizaciones serán fácil-
mente ideadas por los técnicos en la materia, y que se - -
puede prever fácilmente una realización para la excavación
horizontal del modo que será descrito con referencia a la-
figura 8 que permite también la retirada continua de los -
escombros a una estación de carga de los camiones.

20. Antes de proceder a la descripción detallada de-
las realizaciones preferidas de la presente invención, que
comprende el uso de proyectiles de alta velocidad como me-
dio de perforación, se va a considerar en primer lugar el-
30.



hecho de si un chorro debería tener una relación longitud a diámetro de varias magnitudes o de varios ordenes de magnitud. El último será denominado "chorro de calibre- 10^n ", donde n es un número pequeño, y el primero será denominado chorro de calibre- n ", donde n es nuevamente un número pequeño, tal como uno.

La aceleración de los chorros de calibre- n puede ser considerada como un problema puramente balístico. Una presión de base acelera una masa cuyas dimensiones son pequeñas con respecto a la distancia que recorre una señal de sonido durante el tiempo de aceleración. La expansión de los gases calientes es un método clásico y de alta eficacia para realizar tal aceleración. El límite superior de velocidad alcanzable es función de la velocidad del sonido en el gas de expansión usado. Las presiones de paralización alcanzables por el impacto del proyectil pueden ser mucho mayores que cualquiera de las presiones aplicadas durante la aceleración.

Para el chorro de calibre- 10^n , sin embargo, el proceso de aceleración debe ser completamente diferente. La masa a acelerar es tan grande comparada con el área en sección que resulta inútil el empuje sobre el extremo de la columna de chorro. Un método para crear tal chorro consiste en la implosión de un forro cilíndrico o cónico (es decir una carga perfilada). Sin embargo, estas técnicas no parecen ser económicamente atractivas. El otro método empleado más usualmente para crear un chorro de calibre- 10^n consiste en permitir la expansión del fluido de un depósito de alta presión a través de algún tipo de tobera. En este caso, las presiones de paralización del

403744



chorro de estado permanente resultante no pueden exceder - la presión del depósito. Para sistemas prácticos, este factor parece limitar las presiones de paralización alcanzables a menos de 10 kilobares.

5. El mecanismo para el quebrantamiento de la roca para ambos tipos de chorros en consideración es totalmente diferente. El chorro de calibre-n transfiere toda su energía rápidamente a la roca y forma un cráter poco profundo más o menos convencional. Una gran fracción del volumen --
10. retirado (aproximadamente el 50 por ciento) procede de la caída de fragmentos discretos alrededor del borde del cráter. Una buena descripción de la fenomenología de la formación del cráter por impacto en la roca es facilitada por D.E. Gault y E.D. Heitowit en "The Partition of Energy for
15. Hypervelocity Impact Craters Formed in Rock", Proceedings of the Sixth Symposium on Hypervelocity Impact, Volumen -- II, Parte 2, (Agosto 1963).

20. La penetración de un chorro de calibre-10ⁿ es explicada usualmente en términos de los conceptos hidrodinámicos de estado estacionario derivados de una aplicación de la ecuación de Bernoulli. El chorro aplica energía e -- impulso discretamente a la roca en el curso de la duración del chorro. La cavidad resultante es usualmente profunda y de forma cónica.

25. Dado que la relación de presión de paralización a la resistencia de la roca parece ser importante para el quebrantamiento de la roca, es pertinente una comparación de este parámetro para los dos tipos de chorros. Supongamos que ambos chorros tienen una velocidad de 1,5 km/segundo. Con fines comparativos, supongamos que ambos son cho--
- 30.

403744 10 JUN



5. rros de agua. La presión de paralización más importante - para el chorro de calibre-n puede ser alcanzada determi-- nando la presión obtenida cuando una onda plana de agua - a esta velocidad choca contra un semi-plano de roca. Esta presión en el caso de un chorro de agua es de aproximada-- mente 45 kilobares. Para el chorro del calibre-10ⁿ, exis-- te un intervalo de tiempo muy pequeño durante el cual tie-- ne lugar una presión no permanente de esta magnitud. Cuan-- do el chorro alcanza el estado permanente, sin embargo, -

10. esta presión desciende a un valor que puede ser estimado-- por la siguiente fórmula:

$$P_s = 1/2p_tU^2 = 1/2p_j(V-U)^2$$

15. donde p_t y p_j son las densidades del blanco de tiro y el - chorro, V es la velocidad del chorro, y U es la velocidad-- a la que retrocede la interfaz. Resolviéndola para los-- parámetros de impacto supuestos de un valor de U = 0,5 -- km/segundo y P_s = 5 kilobares. Para una velocidad de cho-- rro dada, por consiguiente, las condiciones de estado - - permanente del chorro de calibre-10ⁿ son mucho menos efec--

20. tivas para vencer la resistencia de la roca que las con-- diciones de impacto dominantes del chorro de calibre-n.

25. A la vista de lo que precede, la presente inven-- ción emplea proyectiles de calibre-n de gran masa (aproxi-- madamente de 1 kilogramo) que chocan contra la roca a - - aproximadamente 1,5 km/segundo. Dependiendo del material-- del proyectil, los impactos resultantes generan presiones de 45 a 100 kilobares en la roca dura.

30. Una explicación racional para elegir un proyec-- til de gran masa puede ser tomada de los datos del impac-- to. La figura 4 es un gráfico de los datos comunicados en

403744



5. un artículo por H. J. Moore, D.E. Gault y E.D. Heitowit - titulado "Change of Effective Target Strength with Increasing Size of Hypervelocity Impact Craters," en Proceedings of the Seventh Hypervelocity Impact Symposium, Tampa, Florida, Vol. IV, Theory (Febrero 1.965). Los datos muestran que la masa de roca expulsada por los impactos de proyectiles de aproximadamente el calibre-1 de polietileno, aluminio y acero, en el basalto competente denso. La línea --
10. ininterrumpida representa la menor aproximación a los datos experimentales, y la línea de trazos interrumpidos -- representa las predicciones teóricas para el material con una resistencia constante. La abscisa es la energía cinética del proyectil corregida para las diferencias en las densidades de los proyectiles. Se ha representado también
15. mediante cruces los datos equivalentes de dos impactos -- a 1,5 km/segundo de proyectiles de hormigón-nylon sobre granito de calidad para lápidas sepulcrales. Puede verse que la masa expulsada con los proyectiles de hormigón-nylon se halla sobre una línea que va aumentando aproximadamente
20. en 1,2 la fuerza de energía. Para un proyectil de hormigón de 1000 gramos a 1,5 km/segundo la energía cinética corregida es de 10^{13} ergios. La masa expulsada será aproximadamente de 60 kilogramos. De este modo, la rotura de roca para un impacto de 10^{13} ergios es de aproximadamente
25. 60 kg. mientras que la rotura de roca para 1000 impactos de 10^{10} ergios es de sólo 15 kg. Claramente la gran masa es muy superior, tanto en lo que respecta a la masa de rotura como a la cadencia de rotura. Los datos publicados por B. W. Vanzant para los impactos de proyectiles de
30. acero en el cemento a velocidades de hasta 0,3 km/segundo

403744



("Dynamich Rock Penetration Tests at Atmospheric Pressu--
re," Fifth Symposium on Rock Mechanics, (Charles Fairhurst,
Ed.), Pergamon Press, Nueva York, páginas 61-91 (1.963), -
dan la siguiente relación:

5. $V = 0,0005 E_0^{1,25}$

donde V es el volumen del cráter (pulgada³) y E₀ es la --
energía cinética del proyectil (pies.libra). Si se mantie
ne sensiblemente la misma relación para los proyectiles--
de hormigón, el proyectil supuesto más arriba produciría--
un volumen de cráter en el cemento de 2,1945 m³ o 500 kg.
101 de materias expulsadas.

Con el fin de localizar el daño en la proximi--
dad del borde de una excoavación deseada, se debe cortar -
una entalla o se puede taladrar una hilera 32 de agujeros
15 para definir el borde como se ha mostrado en las figuras-
6a y 6b. Un cráter 33 producido por un solo proyectil que
choca contra un punto 34 tendría el perfil mostrado en la
figura 6b que es una vista en sección tomada a lo largo -
de una línea normal a la hilera de agujeros que pasa a --
20 través del punto de impacto 34 de la figura 6a.

Según una forma de realización preferida de la-
presente invención, se usa una mezcla de oxígeno-metano--
como fuente de energía, pero resultará evidente que se --
puede usar otras fuentes de energía, tales como mezclas -
25 de oxígeno-propano.

Se supondrá que los productos de detonación ---
tienen una presión inicial de 1,5 kilobar. Ello no repre-
sentará una proximidad imposible para el tubo de un cañón
41 esquemáticamente ilustrado en la figura 7 incluso si -
30 las presiones transitorias durante la detonación rebasan-

403744, 0 JUN



dicha presión.

Una mezcla estequiométrica de oxígeno y metano tienen un aumento de presión de quince pliegues después de la detonación. De este modo, se debe introducir los gases dentro de la recámara 42 a aproximadamente 1/10 kilobar. Se introduce el metano por medio de una bomba 43 a través de una válvula 44, y se introduce el oxígeno por medio de una bomba 45 a través de una válvula 46. Las presiones de la bomba son seleccionadas para dar la relación deseada de gas a oxígeno en peso gramo-molecular indicada más arriba.

Se supone que el tubo del cañón tendrá un diámetro interno de 10 cm. Se introduce dentro de la recámara un proyectil 47 hecho de cualquier material sólido que sea barato y se le pueda dar fácilmente una forma cilíndrica mediante un mecanismo de acuerdo con las técnicas desarrolladas para la carga del material de carga militar, a través de un orificio descubierto al retirar un bloque de recámara 49. Los proyectiles que son relativamente rígidos y densos (por ejemplo de hormigón) son más eficaces para quebrantar la roca que los proyectiles dúctiles de baja densidad (por ejemplo de plástico). Los proyectiles serán mantenidos en su lugar contra la presión de carga inicial por un reborde de cizallamiento 32 o por una forma cónica. Al producirse la detonación mediante una bujía de encendido 50, el proyectil será liberado cizallando el reborde, o por deformación plástica en caso de tratarse de una forma cónica la del proyectil. La condición del proyectil al ser lanzado es de poca importancia con tal que no se fragmente en el cañón suficientemente para liberar la presión de gas.

403744



- Para guiar la parte frontal del proyectil 47 dentro del cañón 40, se puede prever aristas o nervios paralelamente al eje de la recámara sobre la pared de la recámara de modo que la distancia de una arista a otra directamente opuesta sea igual al diámetro del proyectil en el extremo frontal. Se puede prever también muescas correspondientes en el labio de cizallamiento anular del extremo posterior del proyectil. Alternativamente, se puede cargar previamente proyectiles dentro de un cilindro giratorio con varias cámaras para los proyectiles usando una disposición de leva apropiada para presionar el cilindro giratorio contra el extremo frontal de la recámara 42 cuando se hace girar otra cámara de proyectil dentro de la posición de fuego.
- 5.
- 10.
15. Debe entenderse que en la forma de realización preferida de la invención se usa aproximadamente 1.500 - - gramos de gas por disparo (una cantidad que representa un valor de los materiales de \$ 0,29 ya suministrados al lugar de utilización) para quebrantar 1/10 a 1/2 tonelada de roca. Desde un punto de vista de los materiales, por consiguiente, la presente invención compite de manera totalmente favorable con las técnicas actuales. En términos de energía equivalente, precisa de 10 a 50 joules (liberados por la combustión de la mezcla de metano-oxígeno) para - -
- 20.
25. desprender un gramo de roca. Ello lo compara de manera muy favorable con el rendimiento de las mejores técnicas de perforación (aproximadamente 250 joules/gramo)
30. El ciclo de disparo puede ser repetido a aproximadamente 10 disparos/minuto con un mecanismo de carga de la recámara de disparo rápido. Ello quiere decir que se --



5. puede desprender de 1.500 a 8.000 toneladas en una jornada de 24 horas. Para una excavación de 2,438 metros de diámetro ello quiere decir que se excavaría de 121,91 a 609,5 m³/día. Si ello resulta insuficiente para saturar cualquier posible esquema para la retirada de la roca, se podría emplear dos o más cañones para aumentar la cadencia de quebrantamiento.

10. Haciendo referencia ahora a la figura 8, se muestra un sistema en una vista isométrica para la excavación horizontal de acuerdo con la presente invención que utiliza proyectiles de alta velocidad disparados contra una pared de roca por un par de cañones 51 y 52. Unas boquillas 53 y 54 están acopladas con los extremos de los cañones y conectadas con los tubos 55 y 56 que se conectan con mangueras de agua en la parte posterior de los cañones. Se puede pulverizar entonces agua sobre el escombro producido por los proyectiles disparados por los cañones para reducir el polvo formado en el aire del ambiente. Aunque ello es de suma importancia en la realización de excavaciones horizontales, las mismas boquillas pulverizadoras pueden ser usadas también en los sistemas de excavación verticales. En cada tipo de excavación, el agua tiende a formar una pasta acuosa basta con el escombros.

25. Un vehículo con cuatro ruedas indicado generalmente por la referencia numérica 57 soporta los cañones sobre tres montantes 58, 59 y 60. Se emplea anillos cardánicos 61 y 62 para montar los cañones sobre los montantes de manera que los pasadores horizontales que soportan los anillos permitan a los cañones ser arrastrados independientemente en elevación a través de motores y trenes de engraje.

403744 10



najes diferentes. Por ejemplo, una carcasa 63 unida con --
el puntal 58 incluye un motor eléctrico 64 para arrastrar--
un tren de engranajes 65 para posicionar el cañón 51 en --
elevación. Unos muñones soportan los cañones en los ani--
5. llos a lo largo de ejes ortogonales a los ejes de los caño
nes y los pasadores horizontales de los anillos, tal como--
el muñón 66 que puede ser arrastrado para desplazar el --
cañón 51 en puntería horizontal a través de un motor y un--
tren de engranajes en una carcasa 67 unida con el anillo --
10. 61. Un operador, que se encuentra en una cabina indicada --
generalmente por la referencia numérica 70, puede despla--
zar los cañones por accionamiento de controles apropiados--
convencionales en los servomecanismos eléctricos.

El vehículo 57 puede ser auto-propulsado, pero --
15. es preferentemente un vagón arrastrado por un tractor con--
un enganche para el tractor en la parte posterior del --
vehículo como puede verse en la figura 8. El vehículo es --
empujado entonces periódicamente desde la parte posterior--
a una distancia deseada del frente del túnel que está sien--
do excavado. Con tal objeto, se puede adaptar algunas o --
20. todas las ruedas con medios hidráulicos para la direcció--
del vehículo desde la cabina. Una vez montado en la posi--
ción correcta, se puede enclavar las ruedas, nuevamente --
por medios hidráulicos desde la cabina. Luego se hace avan--
25. zar un sistema transportador generalmente designado por la
referencia numérica 71 sobre rodillos, tal como el rodillo
72, por motores hidráulicos a cada lado, tal como un moto--
73. El sistema transportador es avanzado suficientemente --
para colocar un cangilón horizontal 74 al pie de la pared--
30. e excavar. Cuando se ha cargado el cangilón suficientemente,



se eleva a una posición próxima a la vertical mediante motores hidráulicos, tal como el motor 75 unido con el sistema de cinta transportadora. Este descargará los escombros dentro de una cubeta 76 que tiene una compuerta 77 que va dosificando los escombros sobre una cinta transportadora 78 para su retirada a la parte trasera del vehículo. A este respecto, se debe observar que el sistema transportador 71 es sensiblemente más largo que el vehículo 57 con el fin de que alcance un sistema de evacuación de los escombros (no mostrado) en la parte posterior incluso con el cangilón 74 extendido a la posición adelantada máxima posible con el motor 73.

Dos conductos 81 y 82 con secciones flexibles 83 y 84 son utilizados para suministrar los proyectiles a los cañones desde la parte posterior de la cabina 70. Se puede emplear técnicas de armamento normalizadas para tal sistema de alimentación de los proyectiles. Alternativamente, se puede montar un depósito de carga previa sobre cada cañón, usando nuevamente técnicas de armamento normalizadas. Sin embargo, el uso de los conductos es preferido porque permite una mayor flexibilidad en la manipulación de los proyectiles. Por ejemplo, el sistema de carga para los conductos puede ser manual o automático con varillas empujadoras hidráulicamente accionadas sincronizadas con los mecanismos de carga de la recámara de los cañones sin la fuerza de la gravedad no es suficiente para vencer la fricción de los conductos para mantener los proyectiles en la respectiva posición de carga de la recámara de cada cañón.

Dos cilindros 85 y 86 van montados a cada lado para el metano y oxígeno usados. Los mismos pueden ser des-

403744



montables, con el fin de recargarlos, pero son recargados --
 con preferencia periódicamente, tal como cada 4 u 8 horas --
 mediante mangueras flexibles a partir de depósitos más --
 grandes montados sobre vagones a una distancia prudencial --
 5. de su parte posterior.

Los productos principales de la combustión de me-
 tano-oxígeno son agua, CO₂ y CO. La presencia del CO₂ no --
 es en sí peligroso si se mantiene suficiente oxígeno para --
 la respiración. Se puede reducir el CO al mínimo quemando --
 10. una mezcla rica en oxígeno. Es posible, sin embargo, que el
 personal que se ocupa de los trabajo prefiera trabajar en --
 un recinto que tenga una atmósfera controlada, o que precau-
 ciones de seguridad requieran tal recinto.

Aunque se ha ilustrado y descrito realizaciones --
 15. particulares de la invención, usando componentes convencio-
 nales y comprobados, se reconoce que los técnicos en la ma-
 teria pueden idear modificaciones y variaciones, tal como --
 la sustitución de los componentes equivalentes y comproba--
 dos para diferentes operaciones y funciones. En consecuen--
 20. cia, se pretende que las reivindicaciones sean interpreta--
 das de manera que cubran tales modificaciones y equivalen--
 tes.

N O T A

La Patente de Invención, que se solicita por vein-
 25. te años para España, de acuerdo con la vigente Legislación,
 deberá recaer sobre: "SISTEMA PERFECCIONADO PARA LA EXCAVA-
 CION RAPIDA DE UNA ROCA", según las características esencia-
 les de las siguientes:

R E I V I N D I C A C I O N E S

30. 1ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rá-
 pida de una roca, del tipo que usa proyectiles no explosi--



- vos de gran masa, teniendo cada uno una punta roma sólida -- no penetrante, que consiste en posicionar un cañón frente -- a la roca a excavar, y disparar con dicho cañón grandes -- proyectiles de masa no explosiva que tienen cabezas sólidas
5. dentro de puntos de impacto seleccionados sobre el frente -- de dicha roca a excavar para cortar y quebrantar en dicho -- frente algo de dicha roca en/y alrededor de dicho punto de -- impacto de cada proyectil en el que dicho frente incluye un -- área sensiblemente mayor que el área de impacto de un pro--
10. yectil dado, en el que cada proyectil es impulsado para cho -- car contra dicho frente de roca a excavar en un punto des-- plazado de un cráter producido por un proyectil previamente -- disparado para producir no solamente el quebrantamiento de -- dicha roca alrededor de dicho punto para formar otro crá--
15. ter sino también el quebrantamiento de la roca entre el -- cráter así formado y dicho cráter producido por un proyec-- til previamente disparado.

2ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rá-
pida de una roca, según la reivindicación 1ª, en la que ca-
20. da proyectil es impulsado contra dicho frente de roca a -- excavar con presiones de impacto comprendidas entre 45 y -- 100 kilobares.

3ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rá-
pida de una roca, según la reivindicación 2ª, en la que es-
25. controlado el daño en dicha roca al borde de la excavación-- deseada perforando agujeros o cortando una entalla en dicha -- roca a excavar en una línea definiendo dicho borde.

4ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rá-
pida de una roca que comprende en combinación: medios para-
30. disparar en continuo dichos proyectiles a alta velocidad --

403744

10



5. contra puntos seleccionados de dicho frente de roca, en el que dicho frente comprende un área sensiblemente mayor que el área de impacto de un proyectil dado, para cortar y desprender de dicho frente algo de dicha roca en/y alrededor de dicha área de impacto por un proyectil dado; medios para posicionar dichos medios de disparo a cierta -- distancia de dicho frente para prever un espacio de trabajo para la retirada de los escombros; y medios para retirar en continuo los escombros mientras los proyectiles --

10. continúan chocando contra dicho frente.

5ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 4ª, en la que cada uno de dichos proyectiles tiene una relación de longitud a diámetro aproximadamente igual a uno.

15. 6ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 5ª, en la que cada uno de dichos proyectiles tiene una masa del orden -- de 1 kg. y dicho medio de disparo imprime una velocidad -- a cada uno de dichos proyectiles del orden de 1,5 km/se--

20. gundo.

7ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rápida de -- una roca, según la reivindicación 6ª, en la que dicho medio de disparo comprende: un cañón que tiene un tubo y -- que presenta una recámara adaptada para ser cargada con --

25. una mezcla de oxígeno y un gas carbonoso; y medios de válvula para llenar por separado dicha recámara con dicho -- gas a una presión dada y dicho oxígeno a una presión más -- elevada, en la que dicha presión más elevada es la presión deseada de dicha mezcla, y dicha presión inferior es

30. seleccionada en proporción a dicha presión más elevada pa

403744



10

2

ra dar una relación predeterminada de gas a oxígeno.

5. 8ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 7ª, que incluye medios de chispa eléctrica para hacer detonar dicha mezcla en dicha recámara del cañón.

10. 9ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 8ª, en la que cada uno de dichos proyectiles es mantenido en dicho tubo del cañón para obturar dicha mezcla en dicha recámara por medio de un reborde de cizallamiento previsto en su base.

15. 10ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 9ª, en la que cada uno de dichos proyectiles está formado por una carcasa de plástico y dicho reborde de cizallamiento es colado como parte enteriza de dicha carcasa.

11ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 10ª, en la que dicha carcasa es llenada con material de bajo precio y alta densidad.

20. 12ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 11ª, en la que dicho material es hormigón.

25. 13ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 4ª, en la que dicho medio de posicionamiento comprende una plataforma -- para soportar dicho medio de disparo del proyectil, y medios para hacer descender dicha plataforma dentro de una excavación vertical.

30. 14ª.- Sistema perfeccionado para la excavación -- rápida de una roca, según la reivindicación 13ª, en la que

403744

10



dicho medio para retirar los escombros comprende un medio-transportador vertical continuo para elevar los escombros- en continuo de la excavación a una posición encima de dicha plataforma.

5. 15ª.- Sistema perfeccionado para la excavación - rápida de una roca, según la reivindicación 14ª, en la que dicho medio transportador vertical pasa a través del centro de dicha plataforma y comprende un medio barredor rotativo para recoger el escombros en dicho medio transportador vertical.

10. 16ª.- Sistema perfeccionado para la excavación - rápida de una roca, según la reivindicación 15ª, que incluye además un conducto dentro del cual descarga los escombros dicho medio transportador vertical, y medios para conducir los escombros desde dicho conducto a una posición de carga de los camiones.

15. 17ª.- Sistema perfeccionado para la excavación - rápida de una roca, según la reivindicación 4ª, en la que dicho medio de posicionamiento comprende medios en forma de vehículo para soportar dichos medios de disparo de los proyectiles, estando adaptados dichos medios en forma de vehículo para ser desplazados dentro de una excavación horizontal.

20. 18ª.- Sistema perfeccionado para la excavación - rápida de una roca, según la reivindicación 17ª, en la que dicho medio para retirar los escombros comprende un medio-transportador horizontal continuo para desplazar en continuo los escombros de dicho frente de la excavación a una posición que está situada en la parte posterior de dicho medio en forma de vehículo, encontrándose dicha posición -

30.

403744

10



posterior en el extremo de dicho medio en forma de vehículo alejado de dicho frente de dicha excavación.

5. 19ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rápida de una roca, según la reivindicación 18ª, en la que dicho medio transportador horizontal pasa por debajo de dicho medio en forma de vehículo e incluye medios para acumular los escombros y medios para accionar dichos medios de acumulación para hacer bascular el escombros acumulado dentro de una cubeta de alimentación que se encuentra encima de dicho medio transportador.

10.

15. 20ª.- Sistema perfeccionado para la excavación rápida de una roca, según la reivindicación 19ª, que incluye medios para el posicionamiento de dicho medio transportador horizontal con relación a dicho medio en forma de vehículo para colocar dicho medio de acumulación al pie de dicho frente de la excavación.

21ª.- SISTEMA PERFECCIONADO PARA LA EXCAVACION RAPIDA DE UNA ROCA.

20. Según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria Descriptiva, que consta de veinticinco hojas-

...../.....

403744

10 JUN 1972



escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, 10 JUN. 1972

PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY

5.

P.P. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P.P.

Firmado: M.^a Dolores Jorquera

A large, stylized handwritten signature or scribble located at the bottom of the page, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke.

403744

PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY

3 HOJAS - Hoja 1

403744

10 JUN 1972
PHYSICS INTERNATIONAL
P. P.

Fig. 1

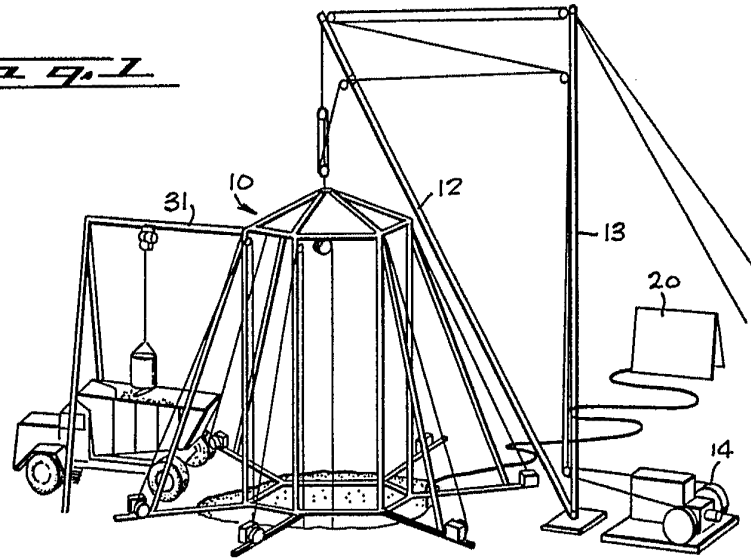
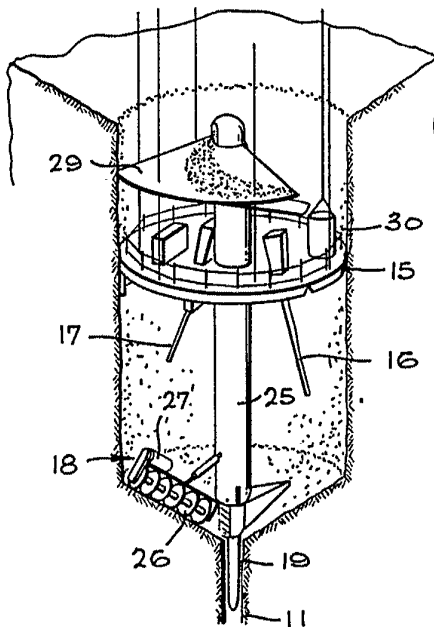


Fig. 2



Madrid, 10 JUN. 1972
PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P. P.

[Handwritten signature]
Firmado: M.ª Dolores Jaquero

Escala variable

403744

PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY

3 HOJAS - Hoja 2

Fig. 3

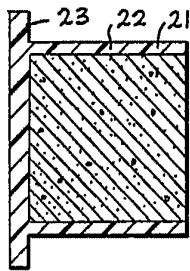


Fig. 5a

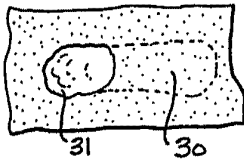


Fig. 5b

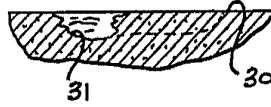


Fig. 6b

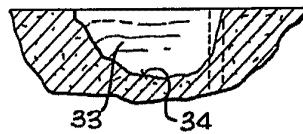


Fig. 4

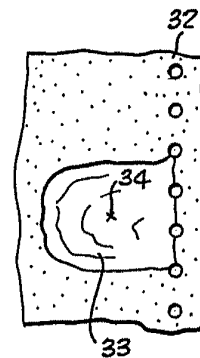
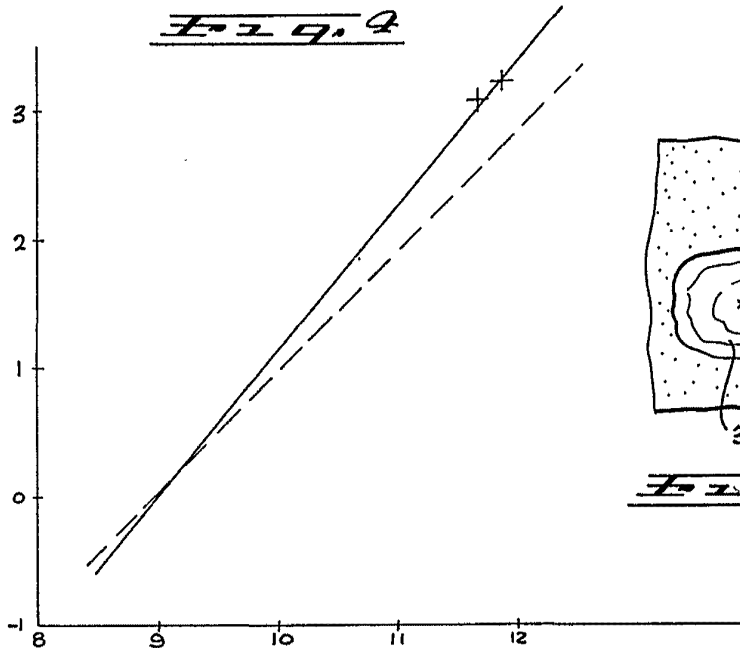


Fig. 6a

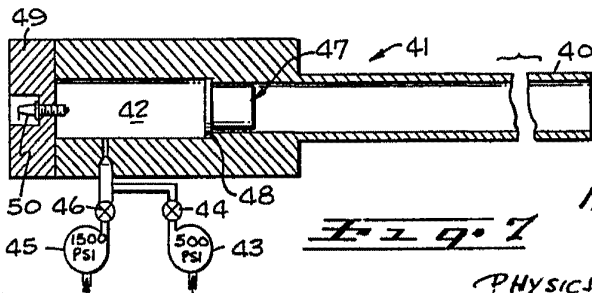


Fig. 7

Madrid, 10 JUN. 1972

PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY
P.P. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P.P.

[Handwritten signature]

Firmado: M.ª Dolores Jorquera

Escala variable

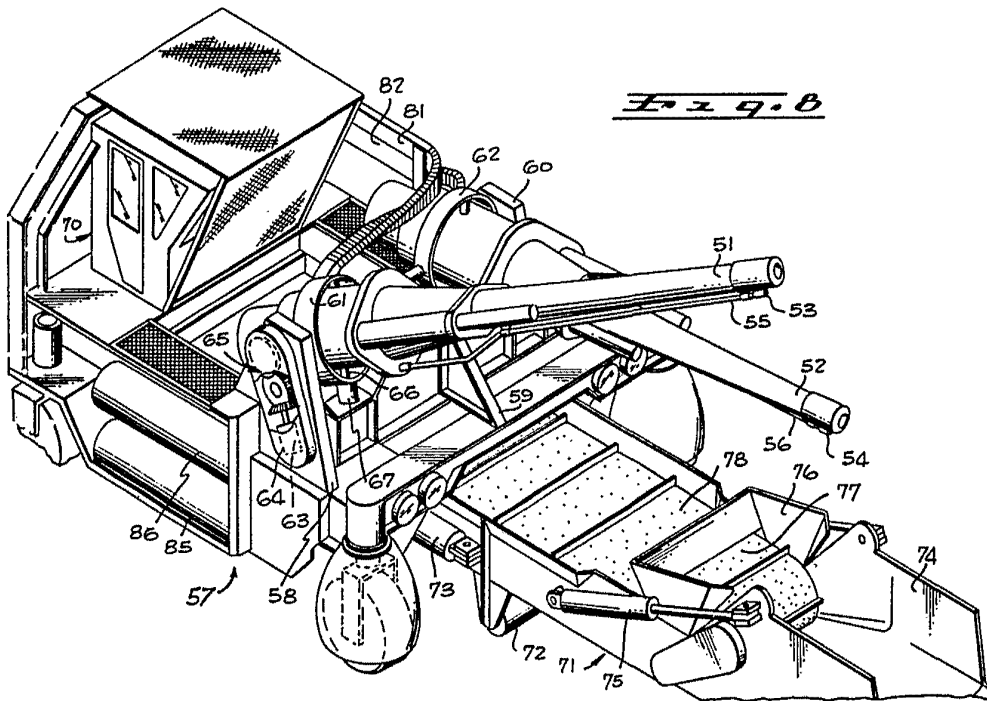
10 JUN 1972

403744

PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY

3 HOJAS - Hoja 3

10 JUN 1972



Madrid, 10 JUN. 1972
PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P. P.

[Handwritten signature]
Firmado: M.ª Dolores Jorquera

Escala variable